

Цель работы: закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков по проектированию операционной технологии внесения удобрений.

1. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Из прил. А выписать в рабочую тетрадь исходные данные в соответствии с выданным преподавателем вариантом.

2. Изучить агротехнические требования, предъявляемые к внесению заданного вида удобрений, и законспектировать их в рабочей тетради.

3. Скомплектовать агрегат в составе трактора и машины для внесения удобрений заданных марок и обосновать режим его работы, руководствуясь рекомендациями подразд. 2.2.

4. Определить основные кинематические характеристики агрегата согласно методике, приведенной в подразд. 2.3.

5. Рассчитать кинематические характеристики рабочего участка для выбранного способа движения.

6. Определить места загрузки разбрасывателей и количество удобрений в местах загрузки (при перегрузочной технологии внесения удобрений), места расположения буртов удобрений и массу удобрений в одном бурте (при перевалочной технологии внесения удобрений), места въезда разбрасывателей на рабочий участок и выезда с него (при прямоточной технологии).

7. Вычертить схему подготовки рабочего участка к внесению удобрений, схему движения основного (технологического) агрегата на участке, схему движения при внесении удобрений на поворотных полосах.

8. Определить оптимальный состав механизированного звена по внесению удобрений, построить график согласования работы основных и обслуживающих агрегатов в составе механизированного звена.

9. Рассчитать составляющие баланса времени смены для основного агрегата и определить полный коэффициент использования времени смены согласно методике, приведенной в подразд. 2.4, 2.5.

10. Используя зависимости подразд. 2.6, рассчитать эксплуатационные и энергетические характеристики машинно-тракторного агрегата.

11. Кратко описать подготовку поля к работе МТА, пользуясь рекомендациями [1, 2]. Привести схемы: разметки поля, разбивки поля, движения агрегата в поле, обработки поворотных полос.

12. Изучить методику оценки качества выполнения работ, привести в табличной форме операции контроля качества выполнения работ.

13. Оформить отчет о работе, повторить материал по технологической настройке заданного машинно-тракторного агрегата, подготовить ответы на контрольные вопросы.

2. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

2.1. Агротехнические требования к внесению удобрений

2.1.1. Общие требования

1. Начало и продолжительность работ по внесению удобрений определяют в соответствии с агротехническими сроками.

2. Дозы внесения удобрения определяются агрохимическими лабораториями (агрохимиками) для каждого поля по данным картограмм, величине запланированного урожая и наличию удобрений.

3. Не допускаются разрывы между смежными проходами агрегатов и необработанные участки поля. Перекрытие в смежных проходах должно составлять 5 % от ширины захвата агрегата.

4. На поворотных полосах вносят ту же норму, что и на всем поле.

5. Время между распределением удобрений и их заделкой не должно превышать 12 ч.

6. Просыпание и проливание удобрений в пути и в поле не допускается.

7. Глубина колеи после прохода машин для внесения удобрений не должна затруднять работу почвообрабатывающих агрегатов.

2.1.2. Агротехнические требования к поверхностному внесению твердых минеральных удобрений (дополнительно к п. 2.1.1)

1. Отклонение фактической дозы внесения удобрений от заданной не должно превышать $\pm 5\%$.

2. Влажность вносимых минеральных удобрений должна обеспечивать нормальную работу дозирующих устройств. Максимальное отклонение влажности от стандартной – не более 2 %.

3. Допустимая неравномерность распределения удобрений центробежным разбрасывателем по ширине захвата – не более $\pm 20\%$ для удобрений, не содержащих азот, и $\pm 10\%$ для азотных простых и комплексных удобрений.

4. Допустимая неравномерность распределения удобрений штанговым разбрасывателем по ширине захвата – не более $\pm 10\%$.

2.1.3. Агротехнические требования к поверхностному внесению твердых и жидких органических удобрений (дополнительно к п. 2.1.1)

1. Среднее отклонение дозы внесения от заданной не должно превышать $\pm 10\%$ для навоза и $\pm 5\%$ для компостов и жидких органических и органоминеральных удобрений.

2. Неравномерность распределения по ширине разбрасывания должна находиться в пределах $\pm 25\%$, а по длине рабочего хода агрегата $\pm 10\%$.

3. Масса комков удобрений, распределенных по полю, до 0,2 кг должна составлять не менее 70 % от всех распределенных удобрений.

2.1.4. Агротехнические требования к внутрипочвенному внесению жидких удобрений (дополнительно к п. 2.1.1)

1. Жидкие органические и минеральные удобрения вносятся внутрипочвенно на глубину 14...16 см лентами шириной, равной рабочей ширине захвата приспособлений и машин.

2. Допустимое отклонение от нормы $\pm 5\%$.

3. Неравномерность внесения по ширине захвата и в направлении движения не должна превышать $\pm 10\%$.

4. Отклонение от заданной глубины внесения не более $\pm 15\%$.

2.2. Комплектование агрегатов для внесения удобрений

При комплектовании МТА в работе ставится следующая задача: *для заданного состава агрегата определить рабочую передачу трактора, обеспечив его рациональную загрузку в области максимальной допустимой скорости движения агрегата.*

При выполнении работы в поле максимальная агротехнически допустимая скорость $v_{\max}^{\text{агр}}$ движения МТА в составе трактора и машины для внесения удобрений принимается:

– до 10 км/ч при поверхностном внесении жидких и твердых удобрений, в том числе с использованием штанговых распределительных рабочих органов с шириной захвата до 12 м;

– до 8 км/ч – с шириной захвата штанговых распределительных рабочих органов более 12 м;

– равной максимальной агротехнически допустимой скорости соответствующей обработки почвы, если внесение удобрений выполняется внутрпочвенно (прил. А).

При движении тракторного агрегата по дорогам 2-й группы максимально допустимая скорость порожнего агрегата принимается равной 25 км/ч, груженого – 20 км/ч, однако это условие следует учитывать только для прямоточной технологии внесения удобрений.

Начинать расчеты по данному подразделу целесообразно только после подготовки и анализа исходных данных, представляемых в отчете в виде табл. 2.1.

Таблица 2.1. Исходные данные по машинно-тракторному агрегату

Показатели и параметры	Единицы измерения	Обозначение (формула для расчета)	Принятое или расчетное значение
1	2	3	4
Марка трактора	–	–	По заданию
Масса трактора	кг	$m_{тр}$	Прил. А
Вес трактора	кН	$G_{тр} = 9,81m_{тр} / 1000$	Расчет
Коэффициент сопротивления перекатыванию трактора: при выполнении технологической операции при движении по дорогам	–	$f_{тр}$	Прил. Г
Марка двигателя трактора	–	–	Прил. Б
Номинальная мощность двигателя	кВт	$N_{ен}$	Прил. Б
Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя	мин ⁻¹	$n_{н}$	Прил. Б
Часовой расход топлива при номинальной мощности	кг/ч	$G_{тн}$	Прил. Б
Часовой расход топлива при максимальных оборотах холостого хода	кг/ч	$G_{хх}$	Прил. Б
Часовой расход топлива на остановках с работающим двигателем	кг/ч	$G_{то}$	Прил. Б
Коэффициент осадки шины под нагрузкой при выполнении технологической операции	–	$\lambda_{шт}$	$\lambda_{шт} = 0,75$ – на стерне и залежи $\lambda_{шт} = 0,8$ – на вспаханном поле

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4
Коэффициент осадки шины под нагрузкой при движении по дорогам	–	$\lambda_{шд}$	$\lambda_{шд} = 0,7$ – на дороге с твердым покрытием
Радиус обода задних колес	м	r_o	Прил. Б
Высота шины задних колес	м	$h_{ш}$	Прил. Б
Расчетный радиус качения ведущих колес при выполнении технологической операции	м	$r_{кт} = r_o + \lambda_{шд}h_{ш}$	Расчет
Расчетный радиус качения ведущих колес при движении по дорогам	м	$r_{кд} = r_o + \lambda_{шд}h_{ш}$	Расчет
Марка машины для внесения удобрений	–	–	По заданию
Масса машины	кг	m_m	Прил. А
Вес машины	кН	$G_m = 9,81m_m / 1000$	Расчет
Грузовместимость максимальная	кг	$Q_{гр}$	Прил. А
Вес транспортируемого груза	кН	$G_{гр} = 9,81Q_{гр} / 1000$	Расчет
Способ агрегатирования машины	–	–	Прил. А
Коэффициент сопротивления качению ходовых колес*: при выполнении технологической операции при движении по дорогам	–	f_m	Прил. Г
Мощность на привод, передаваемая через ВОМ трактора	кВт	$N_{ВОМ}$	Прил. А
Марка приспособления для внутривещного внесения удобрений**	–	–	По заданию
Масса приспособления	кг	$m_{пр}$	Прил. А
Вес приспособления	кН	$G_{пр} = 9,81m_{пр} / 1000$	Расчет
Грузовместимость максимальная***	кг	$Q_{пр}$	Прил. А
Вес транспортируемого груза***	кН	$G_{пр} = 9,81Q_{пр} / 1000$	Расчет
Способ агрегатирования приспособления	–	–	Прил. А
Мощность на привод, передаваемая через ВОМ трактора	кВт	$N_{ВОМ}$	Прил. А
Удельное тяговое сопротивление обработки почвы при скорости $v_0 = 5$ км/ч	кН/м (кН/м ²)	k_0	Прил. А

1	2	3	4
Темп роста удельного тягового сопротивления	%	Δ_c	Прил. Д
Удельное тяговое сопротивление обработке почвы при максимальной агротехнически допустимой скорости	кН/м (кН/м ²)	$k = k_0 \left[1 + \left(v_{\max}^{\text{ар}} - v_0 \right) \Delta_c / 100 \right]$	Расчет

*Для навесного и монтируемого агрегатирования не указывается.

**Наличие в составе агрегата приспособления для внутрипочвенного внесения удобрений и его способ агрегатирования определяются заданным вариантом.

***Наличие и размер технологической емкости приспособления определяются его конструкцией.

Дальнейшие расчеты по комплектованию МТА должны соответствовать методике, изложенной ниже.

2.2.1. Расчет рабочего тягового сопротивления агрегата (кН)

При прицепном, полуприцепном и полунавесном агрегатировании расчет следует вести по формуле

$$R_a = (G_m + G_{\text{тр}}) \left(f_m + \frac{i}{100} \right), \quad (2.1)$$

при навесном, монтируемом агрегатировании – по формуле

$$R_a = (G_m + G_{\text{тр}}) \left(f'_{\text{тр}} + \frac{i}{100} \right), \quad (2.2)$$

где i – заданное значение уклона поля в направлении движения агрегата (прил. А), %.

Если почвообрабатывающее приспособление (адаптер) для внутрипочвенного внесения навешивается на машину для внесения удобрений, то к результатам расчетов по формулам (2.1) и (2.2) следует прибавить дополнительное тяговое сопротивление адаптера:

$$R_a^{\text{доп}} = k B_k + G_{\text{пр}} \left(\lambda_a f_m + \frac{i}{100} \right), \quad (2.3)$$

где B_k – конструктивная ширина захвата адаптера, м;

λ_a – коэффициент догрузки опорных колес ходовой системы машины для внесения удобрений, зависящий от веса адаптера (в расчетах следует принять $\lambda_a = 0,5$).

Если технологическая емкость и распределительная система приспособления для внутрипочвенного внесения удобрений монтируются на прицепную (полуприцепную, полунавесную) почвообрабатывающую

щую машину, то рабочее тяговое сопротивление определяется по формуле

$$R_a = k B_k + (G_{\text{пр}} + G_{\text{тр}} + G_{\text{м}}^{\text{п}}) \frac{i}{100}, \quad (2.4)$$

где B_k – конструктивная ширина почвообрабатывающей машины, м;

$G_{\text{м}}^{\text{п}}$ – вес почвообрабатывающей машины, кН.

В случае навесного агрегатирования почвообрабатывающей машины при тех же конструктивных особенностях приспособления для внутрпочвенного внесения удобрений для расчета рабочего тягового сопротивления агрегата используется зависимость

$$R_a = k_n B_k + (G_{\text{пр}} + G_{\text{тр}} + G_{\text{м}}^{\text{п}}) (\lambda f_{\text{тр}} + \frac{i}{100}), \quad (2.5)$$

где k_n – удельное тяговое сопротивление обработке почвы при навесном агрегатировании (в расчетах принимается равным $k_n = 0,85k$);

λ – коэффициент догрузки ходовой системы трактора навесной машиной (принимается из интервала 1,5...2,5).

Когда технологическая емкость приспособления для внутрпочвенного внесения удобрений монтируется на трактор, а распределительная система – на почвообрабатывающую машину, то для прицепного (полуприцепного, полунавесного) агрегатирования почвообрабатывающей машины следует использовать формулу

$$R_a = k B_k + G_{\text{м}}^{\text{п}} \frac{i}{100} + (G_{\text{пр}} + G_{\text{тр}}) (f_{\text{тр}} + \frac{i}{100}), \quad (2.6)$$

при навесном агрегатировании почвообрабатывающей машины расчет R_a следует вести по зависимости

$$R_a = k_n B_k + G_{\text{м}}^{\text{п}} (\lambda f_{\text{тр}} + \frac{i}{100}) + (G_{\text{пр}} + G_{\text{тр}}) (f_{\text{тр}} + \frac{i}{100}). \quad (2.7)$$

В расчетах по формулам (2.6) и (2.7) вес распределительной системы приспособления для внутрпочвенного внесения удобрений не учитывается, так как дополнительное тяговое сопротивление от него очень незначительно и не оказывает существенного влияния на точность получаемых результатов.

2.2.2. Расчет сопротивления перемещению трактора

Расчет сопротивления перемещению трактора (кН) производится по формуле

$$R_{\text{тр}} = G_{\text{тр}} (f_{\text{тр}} + \frac{i}{100}). \quad (2.8)$$

2.2.3. Определение рабочей скорости и передачи трактора при выполнении агрегатом технологической операции

2.2.3.1. Определить максимально возможную скорость (км/ч) агрегата по мощности двигателя трактора:

$$v_{p. \text{ макс}}^N = \frac{3,6(\eta_N N_{\text{ен}} - N_{\text{ВОМ}}/\eta_{\text{ВОМ}})\eta_{\text{мг}}\eta_{\delta}}{R_a + R_{\text{тр}}}, \quad (2.9)$$

где η_N – максимально допустимый коэффициент загрузки двигателя трактора по мощности ($\eta_N = 0,97$);

$N_{\text{ВОМ}}$ – мощность, передаваемая на привод рабочих органов машины, кВт;

$\eta_{\text{ВОМ}}$ – КПД привода ВОМ трактора ($\eta_{\text{ВОМ}} = 0,95$);

$\eta_{\text{мг}}$ – КПД трансмиссии трактора ($\eta_{\text{мг}} = 0,91 \dots 0,92$);

η_{δ} – КПД буксования движителя трактора.

КПД буксования движителя трактора определяется по формуле

$$\eta_{\delta} = 1 - \delta / 100,$$

где δ – буксование движителя трактора на рабочем ходу (принимается максимально допустимым из интервала $\delta = 10 \dots 12$ % для колесных тракторов).

2.2.3.2. Согласовать скорость $v_{p. \text{ макс}}^N$ с рядом передаточных чисел трансмиссии трактора. Для этого необходимо:

– определить требуемое передаточное число трансмиссии трактора:

$$i_{\text{тр}} = 0,377 \frac{n_{\text{н}} r_{\text{к}}}{v_{p. \text{ макс}}^N} \left(1 - \frac{\delta}{100}\right); \quad (2.10)$$

– из прил. В принять из ряда передаточных чисел трансмиссии трактора передачу, для которой $i_{\text{тр}}^{\text{ст}}$ – ближайшее большее к рассчитанному $i_{\text{тр}}$, и выполнить расчет скорости, согласованной с рядом передаточных чисел по формуле

$$v_{p. \text{ макс. ст}}^N = 0,377 \frac{n_{\text{н}} r_{\text{к}}}{i_{\text{тр}}^{\text{ст}}} \left(1 - \frac{\delta}{100}\right). \quad (2.11)$$

2.2.3.3. Сравнить значение скорости $v_{p. \text{ макс. ст}}^N$ с максимальной и минимальной агротехнически допустимыми скоростями, определить окончательное значение рабочей скорости v_p и передачи трактора.

Здесь следует проанализировать выполнение следующих условий:

1) если $v_{\min}^{\text{арп}} \leq v_{\text{р. макс. ст}}^N \leq v_{\max}^{\text{арп}}$, то рабочая скорость $v_{\text{р}} = v_{\text{р. макс. ст}}^N$;

2) если $v_{\text{р. макс. ст}}^N < v_{\min}^{\text{арп}}$, то для комплектования агрегата следует принять трактор того же тягового класса, но с большей мощностью двигателя либо машину для внесения удобрений с меньшей технологической емкостью и повторить пп. 2.2.3.1–2.2.3.3 расчета;

3) если $v_{\text{р. макс. ст}}^N > v_{\max}^{\text{арп}}$, то, приняв предварительно $v_{\text{р. пр}} = v_{\max}^{\text{арп}}$, следует согласовать скорость с рядом передаточных чисел трактора, используя формулы (2.10) и (2.11).

2.2.4. Определение скорости агрегата и передачи трактора на поворотах (холостой ход в поле)

2.2.4.1. Принять скорость поворота $v_{\text{х. пр}}$ предварительно из интервала 5...7 км/ч ближе к его верхней границе и определить требуемое передаточное число трансмиссии трактора:

$$i_{\text{тр}} = 0,377 \frac{n_{\text{нрк}}}{v_{\text{х. пр}}} \left(1 - \frac{\delta_{\text{х}}}{100}\right), \quad (2.12)$$

где $\delta_{\text{х}}$ – буксование движителя трактора на холостом ходу, принимаемое в расчетах половине буксования на рабочем ходу, %.

2.2.4.2. Пользуясь данными прил. В, выбрать из ряда передаточных чисел трансмиссии трактора передачу, для которой $i_{\text{тр}}^{\text{ст}}$ – ближайшее большее к рассчитанному $i_{\text{тр}}$, и выполнить расчет скорости поворота, согласованной с рядом передаточных чисел по формуле

$$v_{\text{х}} = 0,377 \frac{n_{\text{нрк}}}{i_{\text{тр}}^{\text{ст}}} \left(1 - \frac{\delta_{\text{х}}}{100}\right). \quad (2.13)$$

2.2.4.3. Рассчитать мощность двигателя трактора, потребляемую под нагрузкой на повороте:

$$N_{\text{ex}} = \frac{R_{\text{ax}} + R_{\text{тр}}}{3,6\eta_{\text{мг}}\eta_{\delta\text{х}}} v_{\text{х}}. \quad (2.14)$$

Тяговое сопротивление агрегата R_{ax} на повороте следует рассчитывать, используя зависимости табл. 2.2.

Таблица 2.2. Зависимости для расчета тягового сопротивления агрегата на повороте

Технологические и эксплуатационные особенности МТА	Зависимости для расчета тягового сопротивления при повороте (на холостом ходу в поле)
Поверхностное внесение удобрений	
1. Прицепное, полуприцепное и полунавесное агрегатирование	$R_{ax} = (G_M + 0,5G_{тр})f_M + \frac{i}{100}$
2. Навесное, монтируемое агрегатирование	$R_{ax} = (G_M + 0,5G_{тр})f_{тр} + \frac{i}{100}$
Внутрипочвенное внесение удобрений	
3. Почвообрабатывающее приспособление (адаптер) для внутрипочвенного внесения навешивается на машину для внесения удобрений	$R_{ax}^{доп} = G_{тр}(f_M + \frac{i}{100})$, полученное значение добавляется к результатам расчета по формулам (2.1) и (2.2)
4. Технологическая емкость и распределительная система приспособления для внутрипочвенного внесения удобрений монтируется на прицепную (полуприцепную, полунавесную) почвообрабатывающую машину	$R_{ax} = (G_{тр} + 0,5G_{тр} + G_M^п)f_M + \frac{i}{100}$
5. Технологическая емкость и распределительная система приспособления для внутрипочвенного внесения удобрений монтируется на навесную почвообрабатывающую машину	$R_{ax} = (G_{тр} + 0,5G_{тр} + G_M^п)(f_{тр} + \frac{i}{100})$
6. Технологическая емкость приспособления для внутрипочвенного внесения удобрений монтируется на трактор, а распределительная система – на почвообрабатывающую машину прицепного (полуприцепного, полунавесного) агрегатирования	$R_{ax} = G_M^п(f_M + \frac{i}{100}) + (G_{тр} + 0,5G_{тр})f_{тр} + \frac{i}{100}$
7. Технологическая емкость приспособления для внутрипочвенного внесения удобрений монтируется на трактор, а распределительная система – на почвообрабатывающую машину навесного агрегатирования	$R_{ax} = (G_M^п + G_{тр} + 0,5G_{тр})f_{тр} + \frac{i}{100}$

2.2.4.4. Проверить выполнение условия $N_{ex} \leq \eta_N N_{en}$, и если это условие выполняется – считать расчет скорости v_x и выбор передачи законченным.

Если $N_{ex} > \eta_N N_{en}$, то, воспользовавшись формулой

$$v_{x, \text{ макс}}^V = \frac{3,6 \eta_N N_{\text{ен}} \eta_{\text{имг}} \eta_{\text{дх}}}{R_{\text{ак}} + R_{\text{тр}}}, \quad (2.15)$$

нужно определить максимально возможную скорость на повороте по мощности двигателя, согласовать ее с рядом передаточных чисел трансмиссии трактора и, приняв требуемое передаточное число трансмиссии, пересчитать v_x по формуле (2.13).

2.2.5. Определение скорости и передачи трактора при выполнении агрегатом транспортной операции (выполняется только для прямой технологии внесения удобрений)

2.2.5.1. Рассчитать тяговое сопротивление агрегата при движении с грузом и без груза (коэффициенты сопротивления перекачиванию трактора и машины $f_{\text{тр}}$ и $f_{\text{м}}$ выбираются из прил. Г для соответствующих дорожных условий) по формулам, приведенным в табл. 2.3.

Таблица 2.3. Зависимости для расчета тягового сопротивления агрегата на транспортной операции

Технологические и эксплуатационные особенности МТА	Зависимости для расчета тягового сопротивления при повороте (на холостом ходу в поле)
При движении с грузом	
1. Прицепное, полуприцепное и полунавесное агрегатирование	$R_{\text{агр}} = (G_{\text{м}} + G_{\text{тр}}) \left(f_{\text{м}} + \frac{i}{100} \right)$
2. Навесное, монтируемое агрегатирование	$R_{\text{агр}} = (G_{\text{м}} + G_{\text{тр}}) \left(f_{\text{тр}} + \frac{i}{100} \right)$
3. Почвообрабатывающее приспособление (адаптер) для внутривспашечного внесения навешивается на машину для внесения удобрений	$R^{\text{дон}} = G_{\text{тр}} \left(f_{\text{м}} + \frac{i}{100} \right)$, полученное значение добавляется к результатам расчета по формулам (2.1) и (2.2)
При движении без груза	
4. Прицепное, полуприцепное и полунавесное агрегатирование	$R_{\text{агр}} = G_{\text{м}} \left(f_{\text{м}} + \frac{i}{100} \right)$
5. Навесное, монтируемое агрегатирование	$R_{\text{агр}} = G_{\text{м}} \left(f_{\text{тр}} + \frac{i}{100} \right)$
6. Почвообрабатывающее приспособление (адаптер) для внутривспашечного внесения навешивается на машину для внесения удобрений	$R^{\text{дон}} = G_{\text{тр}} \left(f_{\text{м}} + \frac{i}{100} \right)$, полученное значение добавляется к результатам расчета по формулам (2.1) и (2.2)

2.2.5.2. Определить максимально возможную скорость (км/ч) агрегата по мощности двигателя трактора при движении с грузом и без груза:

$$v_{\text{гр}}^N = \frac{3,6\eta_N N_{\text{ен}} \eta_{\text{мг}} \eta_{\delta\text{тт}}}{R_{\text{агр}} + R_{\text{тр}}}, \quad (2.16)$$

$$v_{\text{п}}^N = \frac{3,6\eta_N N_{\text{ен}} \eta_{\text{мг}} \eta_{\delta\text{тт}}}{R_{\text{ап}} + R_{\text{тр}}}, \quad (2.17)$$

где $\eta_{\delta\text{тт}}$ – КПД буксования движителя трактора в транспортном режиме.

КПД буксования движителя трактора в транспортном режиме определяется по формуле

$$\eta_{\delta\text{тт}} = 1 - \frac{\delta_{\text{тт}}}{100},$$

где $\delta_{\text{тт}}$ – буксование движителя трактора в транспортном режиме (принимается из интервала $\delta_{\text{тт}} = 3 \dots 5$ %).

2.2.5.3. Согласовать рассчитанные по формулам (2.16) и (2.17) значения скоростей с рядом передаточных чисел трансмиссии трактора, как это было сделано в пп. 2.2.3.2 или 2.2.4.2 и получить скорости $v_{\text{гр.ст}}^N$ и $v_{\text{п.ст}}^N$.

2.2.5.4. Сравнить значение скорости $v_{\text{гр.ст}}^N$ с максимально допустимой скоростью движения с грузом (20 км/ч) и определить окончательное значение рабочей скорости $v_{\text{гр}}$ и передачи трактора, проанализировав выполнение ряда условий:

1) если $v_{\text{гр.ст}}^N \leq 20$ км/ч, то $v_{\text{гр}} = v_{\text{гр.ст}}^N$.

2) если $v_{\text{гр.ст}}^N > 20$ км/ч, то, приняв предварительно $v_{\text{гр.пр}} = 20$ км/ч, согласовать эту скорость с рядом передаточных чисел трансмиссии трактора (см. п. 2.2.5.3).

2.2.5.5. Сравнить значение скорости $v_{\text{п.ст}}^N$ с максимально допустимой скоростью движения без груза (25 км/ч) и определить окончательное значение скорости $v_{\text{п}}$ и передачи трактора, проанализировав выполнение ряда условий:

1) если $v_{\text{п.ст}}^N \leq 25$ км/ч, то $v_{\text{п}} = v_{\text{п.ст}}^N$;

2) если $v_{\text{п.ст}}^N > 25$ км/ч, то, приняв предварительно $v_{\text{п.пр}} = 25$ км/ч, согласовать эту скорость с рядом передаточных чисел трансмиссии трактора (см. п. 2.2.5.3).

2.2.6. Определение скорости и передачи трактора при движении в транспортном режиме (выполняется для перевалочной и перегрузочной технологии)

Необходимость в расчете этого режима работы связана с тем, что в начале и конце смены агрегат осуществляет переезд к месту выполнения операции и обратно.

Режимные параметры (скорость движения и передача трактора) рассчитываются по методике п. 2.2.5 для варианта движения без груза, а тяговое сопротивление агрегата определяется по формулам табл. 2.4.

Таблица 2.4. Зависимости для расчета тягового сопротивления агрегата на транспортной операции без груза

Технологические и эксплуатационные особенности МТА	Зависимости для расчета тягового сопротивления при повороте (на холостом ходу в поле)
Поверхностное внесение удобрений	
1. Прицепное, полуприцепное и полунавесное агрегатирование	$R_{\text{шт}} = G_m(f_m + \frac{i}{100})$
2. Навесное, монтируемое агрегатирование	$R_{\text{шт}} = G_m(f_{\text{тр}} + \frac{i}{100})$
Внутрипочвенное внесение удобрений	
3. Почвообрабатывающее приспособление (адаптер) для внутрипочвенного внесения навешивается на машину для внесения удобрений	$R^{\text{доп}} = G_{\text{тр}}(f_m + \frac{i}{100})$, полученное значение добавляется к результатам расчета по формулам (2.1) и (2.2)
4. Технологическая емкость и распределительная система приспособления для внутрипочвенного внесения удобрений монтируется на прицепную (полуприцепную, полунавесную) почвообрабатывающую машину	$R_{\text{шт}} = (G_{\text{тр}} + G_m^n)(f_m + \frac{i}{100})$
5. Технологическая емкость и распределительная система приспособления для внутрипочвенного внесения удобрений монтируется на навесную почвообрабатывающую машину	$R_{\text{шт}} = (G_{\text{тр}} + G_m^n)(f_{\text{тр}} + \frac{i}{100})$
6. Технологическая емкость приспособления для внутрипочвенного внесения удобрений монтируется на трактор, а распределительная система – на почвообрабатывающую машину прицепного (полуприцепного, полунавесного) агрегатирования	$R_{\text{ак}} = G_m^n(f_m + \frac{i}{100}) + G_{\text{тр}}(f_{\text{тр}} + \frac{i}{100})$
7. Технологическая емкость приспособления для внутрипочвенного внесения удобрений монтируется на трактор, а распределительная система – на почвообрабатывающую машину навесного агрегатирования	$R_{\text{шт}} = (G_m^n + G_{\text{тр}})(f_{\text{тр}} + \frac{i}{100})$

При окончательном выборе скорости транспортировки следует сузить скоростные ограничения, указанные в п. 2.2.5.5, для агрегатов с почвообрабатывающими машинами, оборудованными для внутривнеочленного внесения удобрений, и принять для последних максимально допустимую скорость движения без груза равной 15 км/ч.

2.2.7. Определение показателей загрузки двигателя трактора в агрегате

2.2.7.1. Мощность двигателя трактора, потребляемая под нагрузкой на рабочем ходу:

$$N_{ep} = \frac{R_a + R_{tp}}{3,6\eta_{мг}\eta_{дп}} v_p + \frac{N_{вс\text{ом}}}{\eta_{вс\text{ом}}}. \quad (2.18)$$

2.2.7.2. Мощность двигателя трактора, потребляемая под нагрузкой на поворотах:

$$N_{ex} = \frac{R_{ax} + R_{tp}}{3,6\eta_{мг}\eta_{дх}} v_x. \quad (2.19)$$

2.2.7.3. Мощность двигателя трактора, потребляемая под нагрузкой при движении с грузом по дорогам (только для прямоочной технологии):

$$N_{стп} = \frac{R_{ап} + R_{tp}}{3,6\eta_{мг}\eta_{дс}} v_{tp}. \quad (2.20)$$

2.2.7.4. Мощность двигателя трактора, потребляемая под нагрузкой при движении без груза по дорогам:

$$N_{еп} = \frac{R_{ап} + R_{tp}}{3,6\eta_{мг}\eta_{дс}} v_{п}. \quad (2.21)$$

2.2.7.5. Коэффициенты загрузки двигателя трактора по мощности:

$$\begin{aligned} \eta_{Np} &= \frac{N_{ep}}{N_{ен}} - \text{на рабочем ходу;} \\ \eta_{Nx} &= \frac{N_{ex}}{N_{ен}} - \text{на поворотах;} \\ \eta_{Nстп} &= \frac{N_{стп}}{N_{ен}} - \text{при движении с грузом по дорогам;} \\ \eta_{Nп} &= \frac{N_{еп}}{N_{ен}} - \text{при движении без груза по дорогам.} \end{aligned} \quad (2.22)$$

2.2.8. Расчет значений часового расхода топлива

Расчет значений часового расхода топлива производится по следующим формулам:

$$G_p = G_{xx} + \eta_{Mр}(G_{тн} - G_{xx}) - \text{на рабочем ходу};$$

$$G_x = G_{xx} + \eta_{Nх}(G_{тн} - G_{xx}) - \text{на поворотах};$$

$$G_{тп} = G_{xx} + \eta_{Mтп}(G_{тн} - G_{xx}) - \text{при движении с грузом по дорогам};$$

$$G_{п} = G_{xx} + \eta_{Mп}(G_{тн} - G_{xx}) - \text{при движении без груза по дорогам}.$$

Итоговые результаты расчета основных показателей режимов работы агрегата следует представить в виде табл. 2.5.

Таблица 2.5. Эксплуатационно-технические показатели агрегата

Показатель	Значение показателя
Состав агрегата	
Конструктивная ширина захвата, м	
Передача трактора: на рабочем ходу	
на повороте	
при движении с грузом по дорогам*	
при движении без груза по дорогам	
Скорость, км/ч: на рабочем ходу	
на повороте	
при движении с грузом по дорогам*	
при движении без груза по дорогам	
Часовой расход топлива, кг/ч: на рабочем ходу	
на повороте	
при движении с грузом по дорогам*	
при движении без груза по дорогам	
на остановках с работающим двигателем	
Коэффициент загрузки двигателя трактора по мощности:	
на рабочем ходу	
на повороте	
при движении с грузом по дорогам*	
при движении без груза по дорогам	

*Только для прямой технологии.

2.3. Кинематические характеристики машинно-тракторного агрегата и рабочего участка

В рабочей тетради вычерчивается кинематическая схема агрегата с указанием на ней центра агрегата, кинематической длины трактора,

сельскохозяйственной машины и агрегата в целом, колеи трактора согласно примеру, показанному на рис. 2.1.

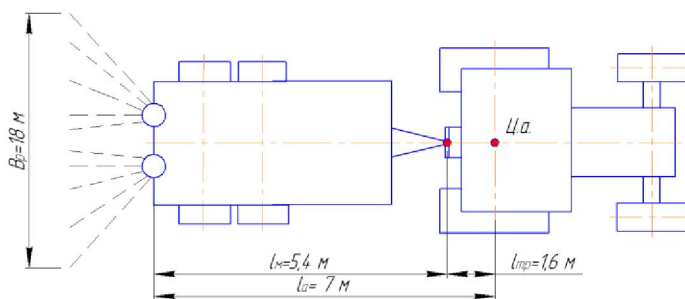


Рис. 2.1. Кинематическая схема агрегата (пример)

Для заданного варианта агротехнологических показателей, производственных условий и технологии внесения удобрений следует принять соответствующий способ движения и вид поворота основного агрегата на рабочем участке.

При этом следует учесть особенности организации работ при внесении удобрений и технологию выполнения работ.

В зависимости от наличия машин, расстояния доставки удобрений в поле, дозы внесения и других факторов используют следующие технологические схемы (технологии) работы основных агрегатов: прямоточную, перегрузочную и перевалочную.

Прямоточная. Приготовленные в месте хранения к внесению удобрения загружают погрузчиком в кузов разбрасывателя, который доставляет их в поле и распределяет по поверхности удобряемого участка. При внесении жидких органических удобрений имеет место самозагрузка и применение погрузчика не планируется. Удобрения транспортируют и распределяют по полю одним и тем же агрегатом.

Перегрузочная. Удобрения, подготовленные к внесению на складе, загружают погрузчиком в транспортно-перегрузочные средства, доставляют их в поле, затем перегружают в кузов разбрасывателя, который непосредственно распределяет их по поверхности участка.

Перевалочная. Удобрения загружают на складе погрузчиками в автомобили-самосвалы или тракторные прицепы (самосвальные), которые доставляют их в поле и разгружают в бурты (твердые органические удобрения) по площади удобряемого участка или на специально

подготовленную площадку (твердые минеральные удобрения). Из буртов удобрения грузят погрузчиком в разбрасыватели, которые затем распределяют их по поверхности участка.

Для движения разбрасывателей удобрений в поле принимается в основном челночный безагонный способ движения. Повороты (при необходимости) осуществляются на 180° в конце каждого гона, а их вид зависит от сочетания кинематических (радиуса поворота R) и технологических (рабочая ширина захвата B_p) показателей машинно-тракторного агрегата (рис. 2.2) [2].

По рекомендации А. В. Новикова и др. [1], принимать радиус поворота прицепных (полуприцепных и полунавесных) агрегатов с приводом от ВОМ трактора следует, ориентируясь на допустимый угол излома карданного вала привода. Для таких агрегатов с тракторами класса 1,4 радиус R должен быть не менее 7...8 м, класса 3 – не менее 9...11 м, класса 5 – не менее 10...13 м.

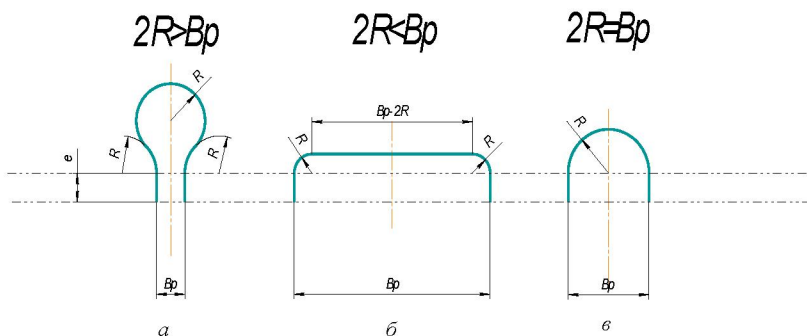


Рис. 2.2. Виды характерных поворотов при движении разбрасывателей удобрений:
 а – петлевой грушевидный; б – беспетлевой с прямолинейным участком;
 в – беспетлевой по окружности

Для навесных тяговых агрегатов радиус поворота принимается равным минимальному радиусу поворота трактора (прил. Б), а для прицепных $R = (1,3 \dots 1,6)B_k$.

Ширина поворотной полосы E (м) и средняя удельная длина холостого хода l_x (м) рассчитываются по формулам, приведенным в табл. 2.6, в зависимости от принятого вида поворота. При этом расчет ширины поворотной полосы носит предварительный характер, а окончательно эта характеристика принимается ближайшей большей к рассчитанной по соответствующей формуле и кратной рабочей ширине

захвата агрегата B_p . Впоследствии уточненная таким образом ширина поворотной полосы обозначается E_ϕ .

Таблица 2.6. Ширина поворотной полосы и средняя удельная длина холостого хода

Вид поворота	Ширина поворотной полосы E , м	Средняя удельная длина холостого хода l_x , м
Петлевой грушевидный	$E \approx 3R + e$	$l_x = 6R + 2e$
Беспетлевой с прямолинейным участком	$E \approx R + e$	$l_x = 1,14R + B_p + 2e$
Беспетлевой по окружности	$E \approx R + e$	$l_x = 3,14R + 2e$

Примечание. e – длина выезда агрегата, м.

Длину выезда агрегата (м) рассчитывают по зависимости

$$e = k_a l_a, \quad (2.23)$$

где k_a – коэффициент, учитывающий способ агрегатирования, ($k_a = 0,25 \dots 0,75$ – для прицепных агрегатов; $k_a = 0 \dots 0,1$ – для навесных агрегатов; $k_a = -1$ – для фронтальных агрегатов);

l_a – кинематическая длина агрегата (см. рис. 2.1).

Кинематическая длина агрегата определяется по формуле

$$l_a = l_{тр} + l_m,$$

где $l_{тр}$ – кинематическая длина трактора (прил. Б), м;

l_m – кинематическая длина машины (прил. А), м.

Запас хода машины для внесения удобрений по технологической емкости (м) устанавливают по формуле

$$L_{техн} = \frac{10^4 Q_{разбр}}{B_p U_{вн}}, \quad (2.24)$$

где $Q_{разбр}$ – грузоподъемность технологической емкости, т;

B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м;

$U_{вн}$ – доза внесения удобрений, т/га.

Расчетное количество проходов агрегата по полю определяется для прямоточной и перегрузочной технологии внесения удобрений по формуле

$$n_{тр} = L_{техн} / L_p, \quad (2.25)$$

где L_p – рабочая длина гона на участке (м), которую рассчитывают по формуле

$$L_p = L - 2E_\phi, \quad (2.26)$$

здесь L – длина участка (м), которая представляет собой размер рабочего участка в направлении движения агрегата.

В дальнейшем производится анализ полученного значения $n_{\text{пр}}$ с целью окончательного выбора значения фактически принимаемого количества проходов $n_{\text{прф}}$, определяющего схему обработки участка. Для этого нужно пользоваться в основном следующими рекомендациями:

- принятое количество проходов должно быть ближайшим меньшим к $n_{\text{пр}}$ целым либо нецелым, но кратным рабочей длине участка с учетом поворотных полос, транспортных магистралей и предполагаемой схемы движения агрегата;

- при целом четном $n_{\text{прф}}$ загрузка разбрасывателей при перегрузочной технологии выполняется на одной и той же поворотной полосе, при целом нечетном $n_{\text{прф}}$ и той же технологии загрузка выполняется на противоположных поворотных полосах;

- при нецелом, но кратном длине участка значении $n_{\text{прф}}$ при перегрузочной технологии (например, 0,33; 0,5; 1,5) в рабочей зоне участка следует предусмотреть транспортно-загрузочные магистрали, а при прямоочной технологии – транспортные магистрали для въезда и выезда агрегатов.

Определившись со значением $n_{\text{прф}}$, рассчитывают фактический запас хода разбрасывателя по технологической емкости, м:

$$L_{\text{техн}}^{\phi} = n_{\text{прф}} L_{\text{р}}, \quad (2.27)$$

а для перегрузочной технологии определяют массу удобрений, загружаемых в кузов разбрасывателя, т:

$$Q_{\text{м}} = \frac{B_{\text{р}} U_{\text{вн}} L_{\text{техн}}^{\phi}}{10^4}. \quad (2.28)$$

Таким образом, $Q_{\text{м}}$ – это фактическая грузоподъемность разбрасывателя применительно к заданным условиям работы.

Ширина транспортно-загрузочной магистрали определяется в зависимости от вида поворота (разворота) агрегата по формулам

$$E_{\text{т}} \approx R + e \text{ либо } E_{\text{т}} \approx 3R + e.$$

С учетом кратности ширины транспортно-загрузочной магистрали рабочей ширине захвата агрегата определяется ее фактическое значение, которое обозначается $E_{\text{тф}}$.

Расстояние между пунктами загрузки вдоль ширины поля определяется по выражению

$$l = n_{\text{прф}} B_{\text{р}}. \quad (2.29)$$

В случае расположения пунктов загрузки на противоположных концах гона (поворотных полосах, транспортно-загрузочных магистралях) значение расстояния между пунктами загрузки на каждой из сторон поля удваивается.

Расположение пунктов загрузки по длине гона указывается только для случая, когда $n_{\text{прф}}$ нецелое.

Окончательно принятая схема движения агрегата характеризуется коэффициентом рабочих ходов

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + l_x}, \quad (2.30)$$

и коэффициентом поворотов

$$\tau_{\text{пов}} = \frac{1 - \varphi}{\varphi}. \quad (2.31)$$

Использование зависимости (2.31) возможно только при равенстве скоростей на повороте и рабочем ходу агрегата. Если эти скорости не равны, то определяется коэффициент поворотов по времени холостого хода кинематического цикла:

$$\tau_{\text{пов}} = \frac{t_x}{t_p}, \quad (2.32)$$

где t_x – время одного поворота (холостого хода), мин ($t_x = l_x / v_x$);

t_p – чистое рабочее время агрегата за половину кинематического цикла, мин ($t_p = L_p / v_p$).

После выполнения приведенных выше расчетов и анализа полученных значений вычерчивается схема подготовки поля к работе, на которой указываются кинематические характеристики рабочего участка (рис. 2.3) и схема движения машинно-тракторного агрегата (рис. 2.4) с указанием мест загрузок агрегата и количества материала в местах загрузок.

При перевалочной технологии $L_{\text{техн}}$ – это расстояние между рядами буртов (при работе двух погрузчиков) или удвоенное значение этого расстояния (при работе одного погрузчика).

Как правило, один погрузчик в поле применяется, когда дозы вносимых удобрений не превышают 40 т/га. При более высоких дозах удобрений применяются два погрузчика.

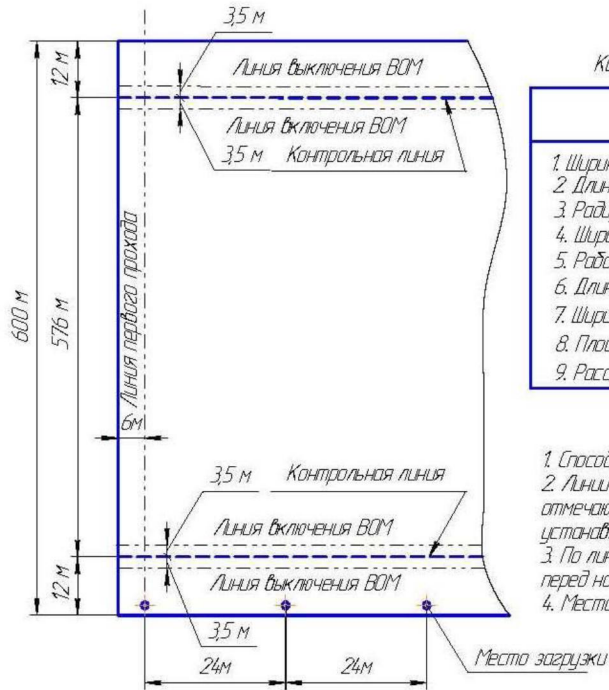
При работе одного погрузчика в поле масса удобрений в бурте (т, ц, кг) принимается равной (с учетом расстояния между буртами в ряду $a = 90 \dots 150$ м)

$$Q_{\text{бур}} = 10^{-4} a U_{\text{вн}} L_{\text{техн}} = a Q_{\text{разбр}} / B_p. \quad (2.33)$$

Расстояние a принимается кратным рабочей ширине захвата разбрасывателя.

Массу буртов (при работе двух погрузчиков в поле), принимая a равным 70...120 м и кратным B_p , определяют по формулам:

$$\begin{aligned} Q_{\text{бур}} &= a Q_{\text{разбр}} / 2 B_p - \text{крайние бурты;} \\ Q_{\text{бур}} &= a Q_{\text{разбр}} / B_p - \text{остальные бурты.} \end{aligned} \quad (2.34)$$



Кинематические характеристики агрегата и рабочего участка

Показатель	Обозначение	Значение показателя
1. Ширина захвата агрегата рабочая, м	B_p	12
2. Длина выезда агрегата, м	e	3,5
3. Радиус поворота агрегата, м	R	6
4. Ширина поворотных полос, м	E_{ϕ}	12
5. Рабочая длина гонд, м	L_p	576
6. Длина рабочего участка, м	L	600
7. Ширина рабочего участка, м	B	500
8. Площадь рабочего участка, га	S	30
9. Расстояние между пунктами загрузки, м	l	24

1. Способ движения челночный.
2. Линии первого прохода: линии включения и выключения ВОМ отмечаются хорошо видимыми вешками высотой 50..60 см, устанавливаемыми на расстоянии 50..60 м друг от друга.
3. По линии вешек выполняются проходы трактором непосредственно перед началом работы на поле, после чего вешки должны быть убраны.
4. Места загрузки отмечаются вешками высотой 1..1,2 м.

Рис. 2.3. Пример схемы подготовки поля к работе агрегатов для внесения удобрений

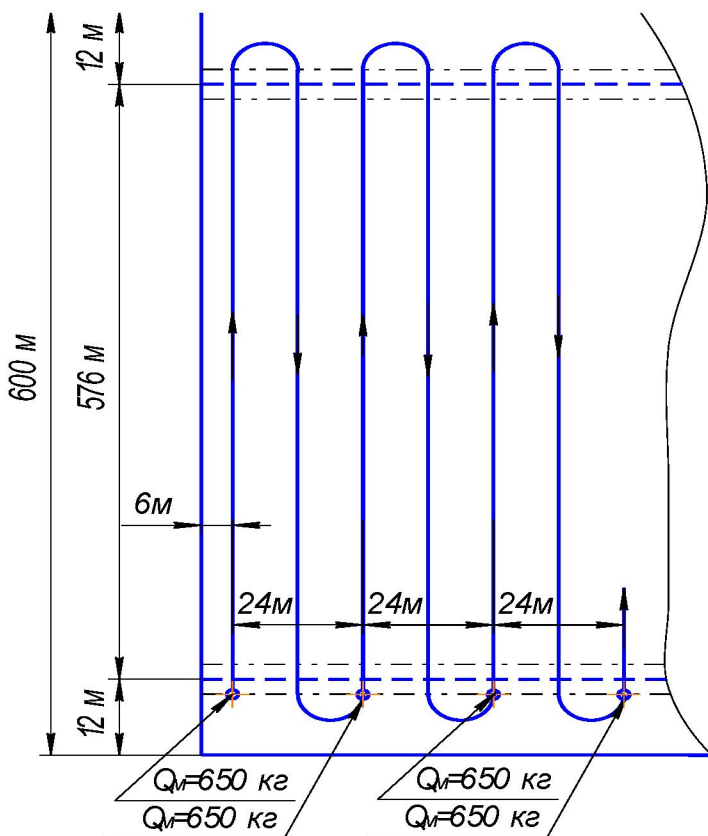
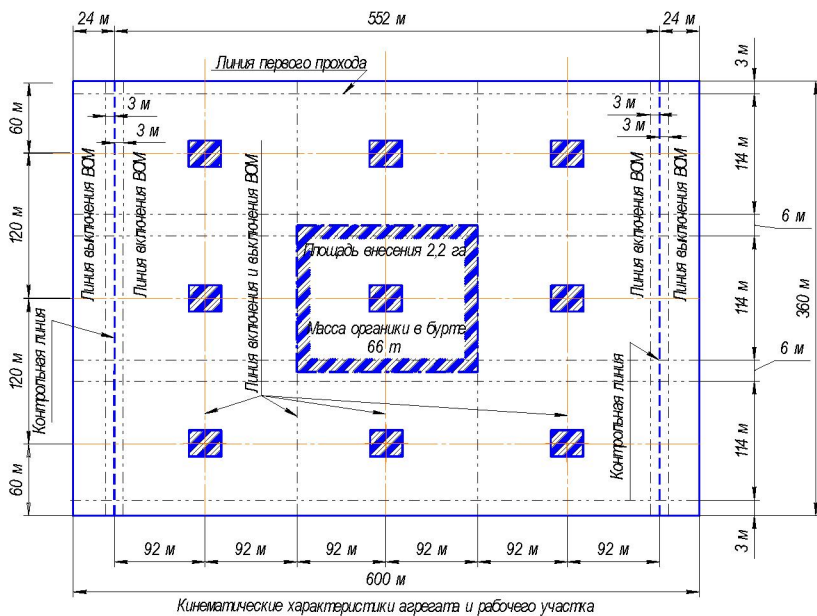


Рис. 2.4. Пример схемы движения агрегата при внесении удобрений с рабочей шириной захвата 12 м

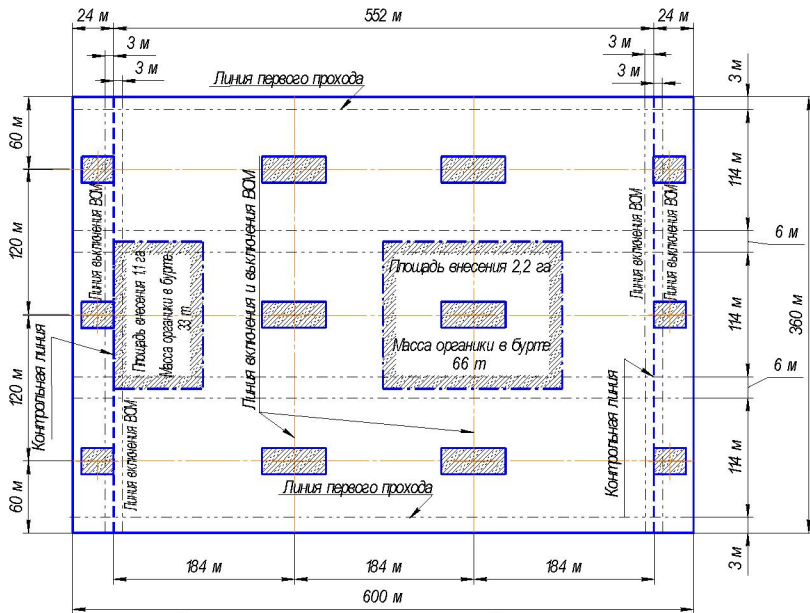
Другие кинематические характеристики рабочего участка для внесения удобрений по перевалочной технологии аналогичны прямоочной и перегрузочной технологиям. Примеры схем подготовки поля к работе и движения машинно-тракторного агрегата при внесении органических удобрений по перевалочной технологии показаны на рис. 2.5–2.8.



Показатель	Обозначение	Значение показателя
1. Ширина захвата агрегата рабочая, м	B_p	6
2. Длина въезда агрегата, м	e	3
3. Радиус поворота агрегата, м	R	7
4. Ширина поворотных полос, м	B_p	24
5. Рабочая длина гона, м	L_p	552
6. Длина рабочего участка, м	L	600
7. Ширина рабочего участка, м	B	360
8. Площадь рабочего участка, га	S	216
9. Расстояние между рядами буртов, м	l	92
10. Расстояние между буртами в ряду, м	a	120

1. Способ движения челюстной. Погрузка ведется одним погрузчиком.
2. Запас хода разбрасывателя 184 м при дозе внесения органики 30 т/га.
3. Линии первого прохода, линии включения и выключения ВМ отмечаются хорошо видимыми вешками высотой 50...60 см, устанавливаемыми на расстоянии 50...60 м друг от друга.
4. По линии вешек выполняются проходы трактором непосредственно перед началом работы на поле, после чего вешки должны быть убраны.

Рис. 2.5. Пример схемы подготовки поля к внесению органических удобрений по перевалочной технологии (работает один погрузчик)



Кинематические характеристики агрегата и рабочего участка

Показатель	Обозначение	Значение показателя
1. Ширина захвата агрегата рабочая, м	B_p	6
2. Длина въезда агрегата, м	e	3
3. Радиус поворота агрегата, м	R	7
4. Ширина поворотных полос, м	E_p	24
5. Рабочая длина гона, м	L_p	552
6. Длина рабочего участка, м	L	600
7. Ширина рабочего участка, м	B	360
8. Площадь рабочего участка, га	S	216
9. Расстояние между рядами буртов, м	l	184
10. Расстояние между буртами в ряду, м	a	120

1. Способ движения челночный. Погрузка ведется двумя погрузчиками.
2. Запас хода разбрасывателя 184 м при дозе внесения органики 30 т/га.
3. Линии первого прохода, линии включения и выключения ВСМ отмечаются хорошо видимыми весками высотой 50...60 см устанавливаемыми на расстоянии 50...60 м друг от друга.
4. По линии вески выполняются проходы трактором непосредственно перед началом работы на поле, после чего вески должны быть убраны

Рис. 2.6. Пример схемы подготовки поля к внесению органических удобрений по перевалочной технологии (работает два погрузчика)

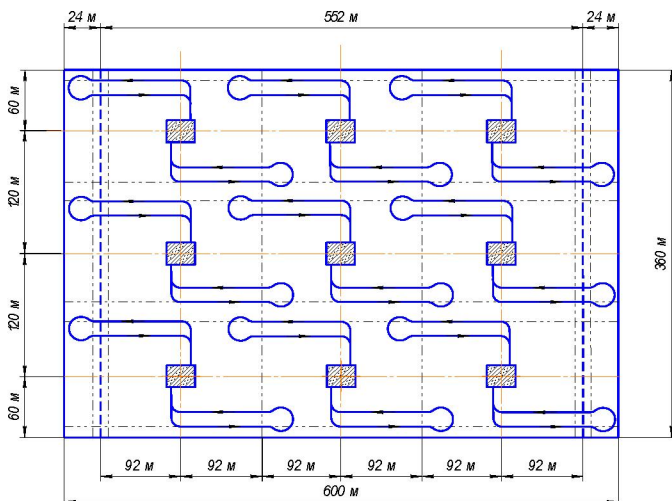


Рис. 2.7. Пример схемы движения основных агрегатов при внесении органических удобрений по перевалочной технологии (работает один погрузчик)

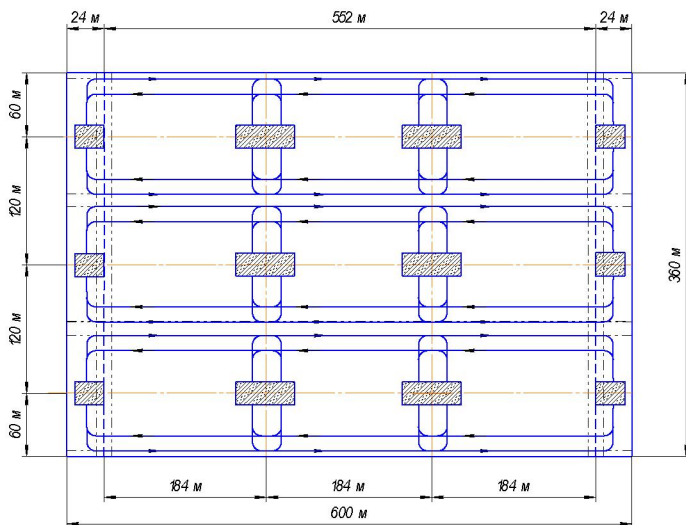


Рис. 2.8. Пример схемы движения основных агрегатов при внесении органических удобрений по перевалочной технологии (работает два погрузчика)

2.4. Общие сведения о технологическом обслуживании при внесении удобрений

При групповой работе агрегатов на внесении удобрений необходимо определить рациональное соотношение между основными (технологическими) агрегатами, выполняющими функции растянутого во времени распределения удобрений, и вспомогательными агрегатами, осуществляющими погрузку удобрений в разбрасыватели.

Для этого нужно выполнить расчет времени их технологических циклов, структура которых зависит от применяемой технологии внесения удобрений, а затем определить количественное соотношение основных и вспомогательных агрегатов в механизированном звене. При прямоточной технологии внесения жидких органических удобрений, когда нет необходимости использовать погрузчик, ведется расчет технологического цикла только основного агрегата.

При *прямоточной технологии* внесения удобрений время технологического цикла погрузчика (мин) определяется по формуле

$$t_{\text{ц}} = \frac{60Q_{\text{разбр}}}{W_{\text{ч}}}, \quad (2.35)$$

где $W_{\text{ч}}$ – часовая производительность погрузчика, т/ч.

Время технологического цикла (оборота) разбрасывателя (мин) рассчитывается по зависимости

$$t_{\text{об}} = t_{\text{загр}} + t_{\text{гр}} + t_{\text{внес}} + t_{\text{п}} + t_{\text{доп}}, \quad (2.36)$$

где $t_{\text{загр}}$ – время загрузки разбрасывателя, принимаемое равным времени цикла погрузчика, мин;

$t_{\text{гр}}$ – время движения груженого агрегата в поле, мин;

$t_{\text{внес}}$ – время внесения удобрений в поле, мин;

$t_{\text{п}}$ – время движения порожнего разбрасывателя к месту погрузки, мин;

$t_{\text{доп}}$ – дополнительное время (на маневрирование – 2 мин, ожидание – 0,5 мин [1]).

Время движения груженого разбрасывателя (мин) определяется по формуле

$$t_{\text{гр}} = 60S / v_{\text{гр}}, \quad (2.37)$$

где S – расстояние транспортировки удобрений, км;

$v_{\text{гр}}$ – скорость движения разбрасывателя с грузом, км/ч.

Время, затрачиваемое на внесение удобрений на поле (мин), определяется следующим образом:

$$t_{\text{внес}} = \frac{L_{\text{техн}}^{\phi} \cdot 60 \cdot 10^{-3}}{V_{\text{р}}} (1 + \tau_{\text{лов}}). \quad (2.38)$$

Время движения порожнего разбрасывателя рассчитывается по формуле (2.37) с подстановкой в нее вместо $v_{\text{тр}}$ скорости движения без груза $v_{\text{п}}$.

Требуемое количество разбрасывателей для обеспечения бесперебойной работы одного погрузчика рассчитывается по зависимости

$$n_{\text{разбр}} = \frac{t_{\text{об}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.39)$$

после чего выполняется округление полученного значения до ближайшего большего целого числа и определяется действительное (фактическое) время оборота:

$$t_{\text{об}}^{\phi} = n_{\text{разбр}}^{\text{окр}} t_{\text{ц}}, \quad (2.40)$$

а также рассчитывается время простоя разбрасывателя в ожидании погрузки:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{об}}^{\phi} - t_{\text{об}}. \quad (2.41)$$

При *перезрузочной технологии* внесения удобрений сначала рассчитывается количество основных агрегатов для групповой работы с одним транспортно-погрузочным агрегатом:

$$n_{\text{оа}} = \frac{Q_{\text{тр}}}{Q_{\text{разбр}}}, \quad (2.42)$$

где $Q_{\text{тр}}$ – грузоподъемность транспортно-погрузочного агрегата, т.

Полученный результат округляется до целого числа в сторону уменьшения, и уточняется грузоподъемность транспортно-погрузочного агрегата:

$$Q_{\text{тр}}^{\phi} = n_{\text{оа}}^{\text{окр}} Q_{\text{разбр}}.$$

Время технологического цикла (оборота) транспортно-погрузочного агрегата (мин) рассчитывается по зависимости

$$t_{\text{об}} = t_{\text{погр}} + t_{\text{дв}} + t_{\text{загр}} + t_{\text{доп}}, \quad (2.43)$$

где $t_{\text{погр}}$ – время, затрачиваемое на погрузку удобрений на складе, мин (зависит от способа погрузки с учетом дополнительных операций в зоне погрузки – при выполнении работы принимается 2 мин на 1 т удобрений);

$t_{\text{дв}}$ – время движения транспортно-погрузочного агрегата в поле и обратно, мин (рассчитывается по зависимостям: $t_{\text{дв}} = 120S / v_{\text{тр}}$ – при использовании автомобильного транспорта ($v_{\text{тр}}$ – средняя транспортная скорость автомобиля, км/ч); $t_{\text{дв}} = t_{\text{гр}} + t_{\text{п}}$ – при использовании тракторного транспорта);

$t_{\text{загр}}$ – время, затрачиваемое на загрузку группы разбрасывателей, мин, определяемое по формуле

$$t_{\text{загр}} = n_{\text{оа}}^{\text{опр}} t_{\text{зо}} + t_{\text{пер}} (n_{\text{оа}}^{\text{опр}} - 1), \quad (2.44)$$

здесь $t_{\text{зо}}$ – время загрузки одного разбрасывателя, мин (определяется по формуле (2.35));

$t_{\text{пер}}$ – время переезда между разбрасывателями в поле (принимается из интервала 1...3 мин);

$t_{\text{доп}}$ – дополнительное время (принимается из интервала 4...6 мин [1]).

Время технологического цикла разбрасывателя рассчитывается по зависимости

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{зо}} + t_{\text{внес}}$$

Количество транспортно-погрузочных агрегатов для обеспечения бесперебойной работы группы основных агрегатов (разбрасывателей) рассчитывается по зависимости (2.39) с последующим округлением до большего целого числа и уточнением времени оборота по зависимости (2.40). Затем по зависимости (2.41) рассчитывается время простоя транспортно-погрузочного агрегата в ожидании погрузки разбрасывателей.

При *перевалочной технологии* внесения удобрений время технологического цикла разбрасывателя (мин) рассчитывают по формуле

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{загр}} + t_{\text{внес}} + t_{\text{доп}}, \quad (2.45)$$

где $t_{\text{загр}}$ – время загрузки разбрасывателя, принимаемое равным времени цикла погрузчика, мин;

$t_{\text{внес}}$ – время внесения удобрений на поле, мин (определяется по формуле (2.38));

$t_{\text{доп}}$ – дополнительное время (на маневрирование – 2 мин [1]).

Время технологического цикла погрузчика определяется по формуле (2.35).

Требуемое количество разбрасывателей для обеспечения бесперебойной работы одного погрузчика рассчитывается по зависимости (2.39). После округления количества разбрасывателей до ближайшего большего целого числа уточняется значение времени технологического цикла разбрасывателя по формуле (2.40) и по формуле (2.41) рассчитывается время простоя одного разбрасывателя в ожидании погрузки.

С целью обеспечения наглядности взаимодействия основных и вспомогательных агрегатов в составе механизированного звена по внесению удобрений следует использовать графическое представление их работы, называемое графиком согласования.

Пусть имеем исходные данные по условиям работы и полученные в результате расчетов для звена, состоящего из трех агрегатов для внесения минеральных удобрений по перегрузочной технологии БЕЛАРУС-1221.3 + РУ-1600 и двух транспортно-погрузочных агрегатов МАЗ-457043 + ЗС-20: $t_{зо} = 5$ мин, $t_{внес} = 35$ мин, $t_{ц} = 40$ мин, $t_{пер} = 1$ мин, $t_{дв} = 33$ мин, $t_{доп} = 6$ мин, $t_{об} = 80$ мин, $t_{пр} = 16$ мин, $n_{оа} = 3$, $n_{тп} = 2$.

Проводим временную ось (рис. 2.9), разбиваем ее в принятом масштабе. Для первого основного агрегата от 0 временной оси откладываем $t_{зо} = 5$ мин, а затем от конца получившегося отрезка – $t_{внес} = 35$ мин. Повторяем описанные выше действия в пределах ограничения временной оси, начиная откладывать временные интервалы последовательно от конца предыдущего отрезка.

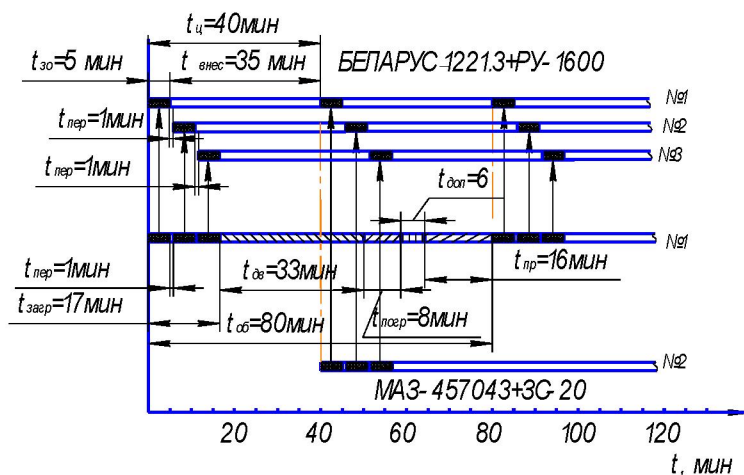


Рис. 2.9. Пример графика согласования работы агрегатов для внесения минеральных удобрений и погрузочно-транспортных агрегатов в составе механизированного звена

Временная ось работы второго агрегата размещается ниже со сдвигом от 0 вправо на время $t_{пер} + t_{зо}$, третьего – соответственно еще ниже со сдвигом вправо от 0 на $2(t_{пер} + t_{зо})$.

Временные оси транспортно-погрузочных агрегатов располагаются ниже осей разбрасывателей, построение характерных отрезков здесь выполняется аналогично с учетом особенности структуры времени оборота.

Затраты времени по структурам технологического цикла основного агрегата и оборота транспортно-погрузочного агрегата указываются на графике согласования для одного цикла и одного оборота.

Для обеспечения наглядности соответствующие области, отражающие значения времени цикла и оборота, штрихуются и стрелками показывается направление движения материала при групповом взаимодействии.

При прямоточной и перевалочной технологиях в составе механизированного звена по внесению удобрений будут транспортно-технологические агрегаты и погрузчики. Пример построенного графика согласования показан на рис. 2.10.

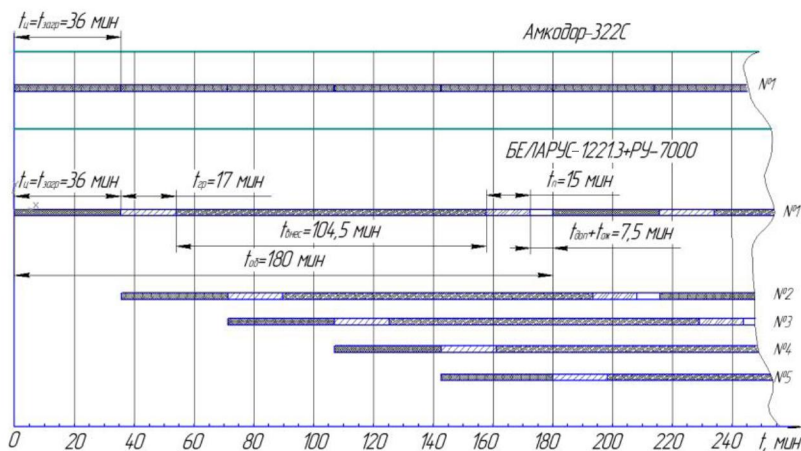


Рис. 2.10. Пример графика согласования работы агрегатов для внесения минеральных удобрений и погрузчиков в составе механизированного звена

Если транспортно-технологический или технологический агрегат для внесения удобрений оборудован системой самозагрузки, то необходимость в погрузчиках или перегрузчиках отпадает. Для такого типа агрегатов не определяется соотношение основных и вспомогательных агрегатов в составе механизированного звена. В этом случае для обеспечения наглядности организации работы рекомендуется строить график цикличности, пример которого показан на рис. 2.11.

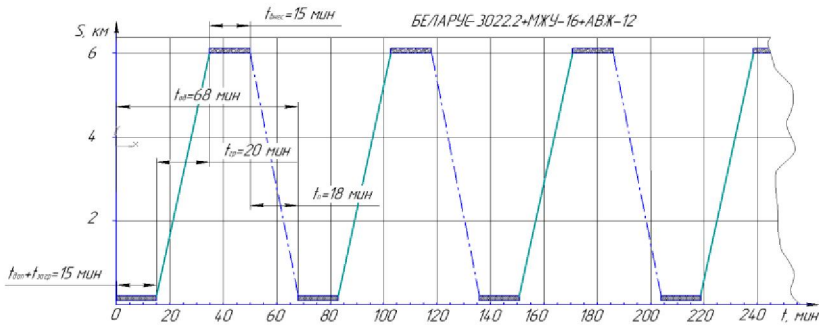


Рис. 2.11. Пример графика цикличности работы агрегата для внесения жидких органических удобрений

2.5. Баланс времени смены

Нормируемые непроизводительные затраты времени смены включают в себя следующие составляющие [1, 2]:

- на ежесменное техническое обслуживание $T_{\text{ЕТО}}$ – принимаются в зависимости от тягового класса трактора (класс 1,4 – 0,3 ч; класс 2 и 3 – 0,35 ч и класс 5 – 0,4 ч);
- на подготовку к проезду в начале и конце смены $T_{\text{п.п}} = 3$ мин;
- на проезд в начале и конце смены, мин: $T_{\text{п.нк}} = 60S / v_{\text{п}}$;
- на получение наряда и сдачу работ $T_{\text{пнз}} = 4$ мин;
- на физиологические нужды: $T_{\text{ф}} = (0,03 \dots 0,05) T_{\text{см}}$;
- время смены $T_{\text{см}} = 7$ ч.

Подготовительно-заключительное время (ч) рассчитывается по формуле

$$T_{\text{п.з}} = T_{\text{ЕТО}} + T_{\text{п.п}} + T_{\text{п.нк}} + T_{\text{пнз}}. \quad (2.46)$$

Внецикловые нормируемые непроизводительные затраты времени (ч) определяются по зависимости

$$T_{\text{в.п}} = T_{\text{п.з}} + T_{\text{ф}} + T_{\text{пер}}. \quad (2.47)$$

Затраты времени на проезды с участка на участок в течение смены принимаются $T_{\text{пер}} = 0$, так как предполагается, что площадь поля не менее дневной выработки агрегата.

Количество технологических циклов за смену рассчитывается по зависимости

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{см}} - T_{\text{в.п}}}{t_{\text{ц}}} \quad (2.48)$$

и округляется до ближайшего большего целого числа.

Вследствие округления происходит увеличение времени смены до значения

$$T_{\text{см}}^{\Phi} = n_{\text{тц}}^{\text{окр}} t_{\text{п}} + T_{\text{в.п.}} \quad (2.49)$$

Чистое время работы за смену определяется по формуле

$$T_{\text{р}} = n_{\text{тц}}^{\text{окр}} t_{\text{р.п.}}, \quad (2.50)$$

где $t_{\text{р.п.}} = t_{\text{внес}} / (1 + \tau_{\text{пов}})$ – чистое рабочее время за технологический цикл, ч.

Затраты времени на холостой ход (ч) в поле в течение смены определяются по зависимости

$$T_{\text{х}} = \tau_{\text{пов}} T_{\text{р}}. \quad (2.51)$$

Время движения по дорогам:

– с грузом (только для прямоточной технологии)

$$T_{\text{гр}} = n_{\text{тц}}^{\text{окр}} t_{\text{гр}}; \quad (2.52)$$

– без груза

$$T_{\text{п}} = n_{\text{тц}}^{\text{окр}} t_{\text{п}}. \quad (2.53)$$

Время остановок с работающим двигателем за смену:

– для прямоточной технологии

$$T_{\text{о}} = T_{\text{см}} - (T_{\text{р}} + T_{\text{х}} + T_{\text{гр}} + T_{\text{п}} + T_{\text{п.нк}}); \quad (2.54)$$

– для других технологий

$$T_{\text{о}} = T_{\text{см}} - (T_{\text{р}} + T_{\text{х}} + T_{\text{п.нк}}).$$

Коэффициент использования времени смены рассчитывается по формуле

$$\tau_{\text{см}} = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{см}}^{\Phi}}. \quad (2.55)$$

2.6. Техничко-экономические характеристики МТА

Часовая техническая (га/ч) и сменная техническая (га/см) производительность агрегата определяется по формулам

$$W_{\text{ч}} = 0,1 v_{\text{р}} B_{\text{р}} \tau_{\text{см}}; \quad W_{\text{см}} = W_{\text{ч}} T_{\text{см}}^{\Phi}. \quad (2.56)$$

Расход топлива за нормосмену (кг/см) рассчитывается по зависимостям:

– для прямоточной технологии

$$\theta_{\text{см}} = G_{\text{р}} T_{\text{р}} + G_{\text{х}} T_{\text{х}} + G_{\text{гр}} T_{\text{гр}} + G_{\text{п}} (T_{\text{п.нк}} + T_{\text{п}}) + G_{\text{о}} T_{\text{о}}; \quad (2.57)$$

– для других технологий

$$\theta_{\text{см}} = G_{\text{р}} T_{\text{р}} + G_{\text{х}} T_{\text{х}} + G_{\text{п}} T_{\text{п.нк}} + G_{\text{о}} T_{\text{о}}. \quad (2.58)$$

Расход топлива на единицу объема работ (кг/га) рассчитывается по формуле

$$\theta_{\text{га}} = \theta_{\text{см}} / W_{\text{см}}. \quad (2.59)$$

Затраты труда на единицу объема работ:
– прямые

$$z_{\text{тр}}^{\text{пр}} = \frac{n_{\text{м}}}{W_{\text{ч}}};$$

– общие

$$z_{\text{тр}}^{\text{общ}} = \frac{n_{\text{м}} + n_{\text{вр}}}{W_{\text{ч}}}, \quad (2.60)$$

где $n_{\text{м}}$ и $n_{\text{вр}}$ – количество механизаторов и вспомогательных рабочих, обслуживающих МТА.

2.7. Подготовка поля

1. Поле освобождают от препятствий, мешающих нормальной работе агрегатов. Неустранимые и малозаметные препятствия (глубокие ямы, канавы, овраги) ограждают или отмечают предупредительными знаками и об этом заранее сообщают трактористу.

2. Перед началом работ выбирают *способ* и *направление движения* агрегата, учитывая состояние поверхности поля и подъездных путей к нему, технологическую схему внесения удобрений. Движение агрегата должно совпадать с направлением предшествующей обработки почвы или движения уборочных машин.

При выборе длины гона учитывают, что наилучшие условия для работы создаются, когда запас рабочего хода является кратным рабочей длине участка.

Агрегаты, которые работают по перегрузочной технологии с использованием перегрузчиков, осуществляют заправку на поворотных полосах. Причем наиболее выгодно разбивать поле для работы отдельных агрегатов таким образом, чтобы величина количества проходов до полной выгрузки технологической емкости была четной и загрузка производилась на одной из границ поля – той, к которой подъездные пути находятся в лучшем состоянии.

Основной способ движения агрегатов при внесении удобрений челночный. Однако если удобрения вносятся совместно с обработкой почвы, то выбирается такой способ движения почвообрабатывающего агрегата, который является для него оптимальным.

3. При выбранном направлении движения агрегата в поле отмечают поворотные полосы и провешивают линию первого прохода. В тех

случаях, когда повороты агрегата можно делать за пределами поля, поворотные полосы не отмечают.

2.8. Работа агрегата в поле

1. Располагают агрегат на поворотной полосе по линии первого прохода, обозначенной вешками. Включают привод ВОМ и начинают движение.

2. В процессе работы агрегат необходимо вести прямолинейно с перекрытием предыдущего прохода и сохранением постоянного интервала между смежными проходами. Скорость движения агрегата при внесении удобрений должна быть постоянной и соответствовать той, при которой проводилась регулировка на дозу высева. Если работа ведется на других скоростях, отличных от установочных данных, то делается поправка на скорость:

$$U_{\phi} = U_{\tau} \frac{v_{\tau}}{v_{\phi}}, \quad (2.61)$$

где v_{τ} , U_{τ} – соответственно скорость и доза внесения табличные;

v_{ϕ} , U_{ϕ} – соответственно скорость и доза внесения фактические.

3. В процессе работы контролируют соответствие заданной дозы внесения удобрений фактической по обработанной площади за одну заправку машины или приспособления. Разделив массу загруженного в бункер удобрения на площадь поля, на котором оно разбросано, определяют фактическую дозу внесенных удобрений. При отклонении от заданной дозы на предельный процент настройку корректируют и делают повторную проверку.

Дозу внесения удобрений в поле можно контролировать и по количеству проходов агрегата с одной заправкой.

В течение дня норму внесения удобрений контролируют дополнительно и по количеству проходов $n_{\text{пр}}$ в поле с одной заправкой. Это количество определяют по формуле

$$n_{\text{пр}} = \frac{10^4 Q_y}{B_p U_{\text{вн}} L_p}, \quad (2.62)$$

где Q_y – масса (объем) удобрений в технологической емкости машины, т (кг, л);

B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м;

$U_{\text{вн}}$ – доза внесения удобрений, т/га (кг/га, л/га);

L_p – рабочая длина гона, м.

Сравнив фактическое и требуемое число проходов, при необходимости корректируют дозу внесения удобрений.

4. Неравномерность разбрасывания удобрений по площади поля оценивают визуально. Смежные проходы агрегата должны выполняться с небольшими перекрытиями (до 5 % от ширины захвата).

2.9. Контроль и оценка качества внесения удобрений инструментальным методом

2.9.1. Поверхностное внесение твердых минеральных удобрений

Контроль и оценку качества внесения минеральных удобрений инструментальным методом проводят при настройке агрегатов, а также при приемке-сдаче работ. Основные контролируемые показатели качества:

- отклонение от заданной дозы внесения удобрений;
- неравномерность внесения удобрений по ширине захвата;
- перекрытие смежных проходов.

Оценка качества внесения минеральных удобрений по двум первым показателям осуществляется с использованием комплекта МС 2717 в три этапа:

- определение насыпной плотности удобрений (подготовительный этап);
- внесение удобрений и сбор проб;
- расчет показателей качества внесения удобрений.

При невозможности использования комплекта МС 2717 пользуются противнями.

Насыпную плотность удобрений определяют весовым методом.

Для этого необходимо насыпать удобрения в емкость известного объема V , например 1 л (1000 см^3), определить массу m (г) удобрений, поместившуюся в заданном объеме, путем взвешивания и рассчитать насыпную плотность (г/см^3) по формуле

$$\rho = m / V. \quad (2.63)$$

Повторность измерений – не менее трех раз, при этом место взятия пробы для определения насыпной плотности из партии удобрений всегда меняется.

Порядок работы при оценке качества внесения удобрений и сборе проб подробно описан в литературном источнике [2] и заключается в следующем.

Для сбора проб выбирается контрольный участок поля или испытательная площадка (полигон), отвечающие следующим основным требованиям:

- контрольный участок должен быть ровный (геодезический уклон – не более 5 %);
- участок должен быть незаболоченный;
- высота растительности – не более 5 см.

Если на испытательной площадке отсутствует ветрозащитное ограждение, то скорость ветра не должна превышать 3 м/с.

Внесение удобрений должно проводиться при отсутствии атмосферных осадков.

Поддоны, входящие в комплект МС 2717 (размер 0,5×0,5 м), соединяются растяжками и располагаются в ряд на поверхности участка перпендикулярно предполагаемому направлению прохода агрегата (рис. 2.12). Длина ряда должна быть не меньше принятой ширины внесения. Крайние растяжки натягиваются и закрепляются штырями.

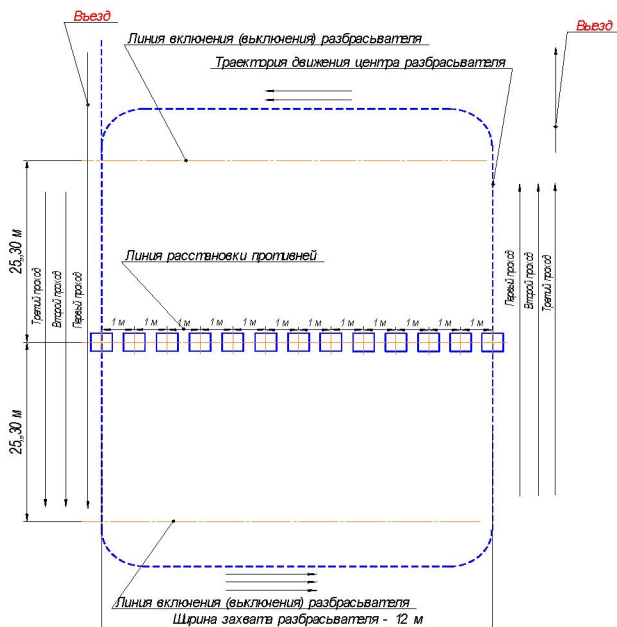


Рис. 2.12. Схема расстановки поддонов и траектории движения агрегата при внесении минеральных удобрений на контрольном участке

Если при установке поддонов окажется, что один или два из них должны быть расположены на колесе трактора, то поддоны в эти места не ставятся.

При отсутствии комплекта МС 2717 можно пользоваться набором противней, изготовленных по размерам, указанным на рис. 2.13. Внутренние размеры противней, мм: длина – 500, ширина – 500, высота – 50 (площадь 0,25 м²). Изготавливаются они из стального листа (Ст. 3) толщиной 0,5...0,7 мм.

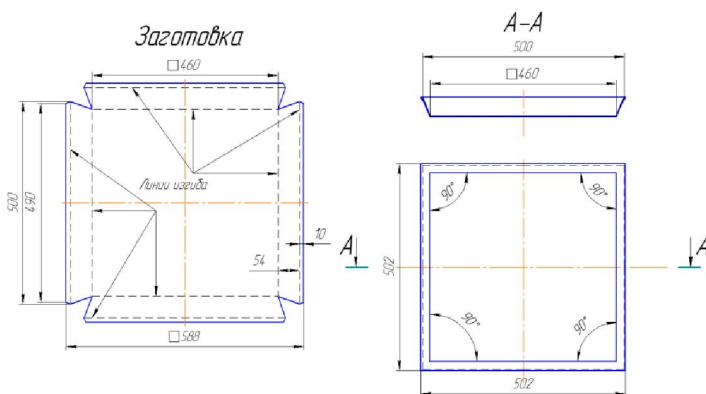


Рис. 2.13. Чертежи заготовки и противня

Агрегат устанавливается на расстоянии 30...35 м от ряда поддонов, проверяется наличие удобрений в бункере с учетом того, что их должно быть не менее $\frac{1}{4}$ и не более $\frac{3}{4}$ заполняемого объема.

Привод рабочих органов машины включается, и после того, как процесс высева удобрений установился, совершается проезд через ряд поддонов с заданной скоростью движения. Выключается привод ВОМ через 25...30 м после пересечения ряда поддонов. Для получения более объективных данных выполняется три проезда (прохода) по одной и той же колее. Скорость движения агрегата должна оставаться постоянной.

Масса удобрений q_i (г), попавших в каждый поддон, определяется следующим образом:

– стаканы с помощью соответствующих подставок устанавливаются на земле;

– отсоединяется первый поддон, содержимое его высыпается в стакан;

– по делениям на стакане определяется объем удобрений в первом поддоне, записывается результат;

– удобрение из стакана удаляется и аналогично определяется объем удобрений во втором, третьем и т. д. поддонах V_i (см³), после чего путем расчета осуществляется переход от объемных единиц измерения к массовым (г):

$$q_i = \rho V_i, \quad (2.64)$$

где ρ – объемная масса удобрений, г/см³.

Если по колес трактора поддоны не устанавливались, то масса удобрений в исключенных поддонах принимается равной средней массе удобрений в двух соседних с исключенными поддонах.

Полученные результаты подлежат обработке, которая включает:

– определение среднего значения массы удобрений в поддонах с использованием формулы

$$q_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n}, \quad (2.65)$$

где n – количество поддонов;

– расчет отклонения массы удобрений в каждом поддоне от $q_{\text{ср}}$ по зависимости

$$\Delta q_i = q_i - q_{\text{ср}}; \quad (2.66)$$

– определение среднего отклонения $\Delta q_{\text{ср}}$ и неравномерности распределения удобрений α по ширине захвата по формулам

$$\Delta q_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n |\Delta q_i|}{n}; \quad \alpha = \frac{\Delta q_{\text{ср}}}{q_{\text{ср}}} 100; \quad (2.67)$$

– расчет фактической дозы внесения (кг/га), на которую отрегулирован разбрасыватель, по зависимости

$$U_{\phi} = \frac{10 q_{\text{ср}} n}{B_p S_n k}, \quad (2.68)$$

где B_p – ширина разбрасывания, м;

S_n – площадь поддона, равная 0,25 м²;

k – количество повторных проходов агрегата через ряды поддонов по одной колес в опыте.

Неравномерность распределения удобрений по ширине захвата и фактическую дозу внесения можно определить и с помощью контроллера, входящего в комплект МС 2717 [2].

При работе агрегатов без технологической колеи определяется фактическая рабочая ширина захвата (расстояние между смежными проходами). Для этого обработанное поле проходят по диагонали. В работе участвуют два человека. Не менее чем в 10 точках, расположенных примерно на одинаковом расстоянии друг от друга по всей длине диагонали поля, измеряют с помощью рулетки расстояние между центрами одноименных следов колес агрегата в смежных проходах с точностью не менее 0,1 м (рис. 2.14). Далее определяют среднее фактическое расстояние между смежными проходами и величину относительного отклонения (в процентах) среднего расстояния между смежными проходами от заданного.

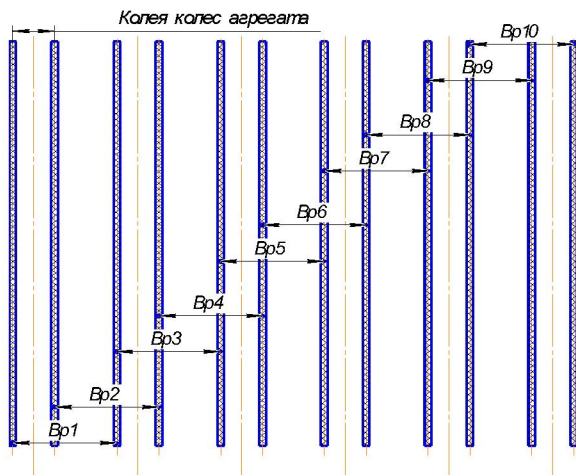


Рис. 2.14. Схема замеров при определении фактической ширины захвата

При работе машин по технологической колее расстояние между смежными проходами не измеряют и этот показатель исключают из контроля качества.

Оценку качества внесения твердых минеральных удобрений дают по результатам произведенного контроля, пользуясь данными табл. 2.7, 2.8.

Таблица 2.7. Оценка качества внесения твердых минеральных удобрений центробежными распределителями

Показатель	Градация нормативов	Коэффициент качества
Отклонение от заданной нормы внесения, %	До ± 5	1,0
	$\pm 5,1 \dots 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots 10,0$	0,8
	Более ± 10	0
Неравномерность распределения азотных удобрений (комплексных удобрений, содержащих азот) по ширине захвата, %	До 10	1,0
	10,1...12,0	0,9
	12,1...15,0	0,8
	Более 15,1	0
Неравномерность распределения фосфорных и калийных удобрений по ширине захвата, %	До 20	1,0
	20,1...22,0	0,9
	22,1...25,0	0,8
	Более 25,1	0
Отклонения расстояния между смежными проходами от заданного, %*	До ± 5	1,0
	$\pm 5,1 \dots 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots 10,0$	0,8
	Более ± 10	0

*При движении агрегата по технологической колее не определяется.

Таблица 2.8. Оценка качества внесения твердых минеральных удобрений штанговыми распределителями

Показатель	Градация нормативов	Коэффициент качества
Отклонение от заданной нормы внесения, %	До ± 5	1,0
	$\pm 5,1 \dots 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots 10,0$	0,8
	Более ± 10	0
Неравномерность распределения удобрений по ширине захвата, %	До 10	1,0
	10,1...12,0	0,9
	12,1...15,0	0,8
	Более 15,1	0
Отклонения расстояния между смежными проходами от заданного, %*	До ± 5	1,0
	$\pm 5,1 \dots 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots 10,0$	0,8
	Более ± 10	0

*При движении агрегата по технологической колее не определяется.

После определения коэффициента качества по каждому из показателей определяется средний коэффициент качества. Если его значение меньше, чем 0,8, или хотя бы по одному из показателей он равен 0, то работа бракуется.

2.9.2. Поверхностное внесение твердых органических удобрений

Основные контролируемые показатели качества внесения твердых органических удобрений (ТОУ) такие же, как и для твердых минеральных удобрений. Определение их производится по аналогичной, изложенной в п. 2.9.1, методике. Однако вследствие высоких доз внесения ТОУ комплект оборудования МС 2717 не применяется. Для определения неравномерности распределения удобрений по ширине захвата используются противни, аналогичные показанным на рис. 2.13, только большей высоты (высота противня – 150 мм).

Оценку качества внесения ТОУ ведут по показателям и нормативам табл. 2.9.

Таблица 2.9. Оценка качества внесения твердых органических удобрений

Показатель	Градации нормативов	Коэффициент качества
Отклонение от заданной нормы внесения (полуперепревший навоз), %	До ± 10	1,0
	$\pm 10,1 \dots 12,0$	0,9
	$\pm 12,1 \dots 15,0$	0,8
	Более ± 15	0
Отклонение от заданной нормы внесения (перепревший навоз или компост), %	До ± 5	1,0
	$\pm 5,1 \dots 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots 10,0$	0,8
	Более ± 10	0
Неравномерность распределения удобрений по ширине захвата, %	До 25	1,0
	25,1...30,0	0,9
	30,1...35,0	0,8
	Более 35,1	0
Отклонения расстояния между смежными проходами от заданного, %	До ± 5	1,0
	$\pm 5,1 \dots 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots 10,0$	0,8
	Более ± 10	0

После каждого проезда агрегата с установленной дозой внесения пробы удобрения последовательно собирают в пронумерованные цифрами (1, 2, 3 и т. д.) полиэтиленовые пакеты или бумажные конверты и взвешивают с точностью до 0,1 г. Освободившийся противень устанавливают на прежнее место. Затем массы удобрений, собранных с пронумерованных противней, суммируются по каждому противню. Получившаяся масса удобрений является массой пробы.

Результаты заносят в ведомость. Затем суммируют массы отдельных проб, делят общую массу на количество противней и определяют среднюю величину массы удобрения, приходящуюся на один противень.

Неравномерность внесения удобрений по ширине захвата агрегата и расстояние между смежными проходами определяют так же, как и для твердых минеральных удобрений.

После определения коэффициента качества по каждому из показателей, согласно табл. 2.9, определяется средний коэффициент качества. Если его значение меньше, чем 0,8, или хотя бы по одному из показателей он равен 0, то работа бракуется.

2.9.3. Поверхностное и внутрипочвенное внесение жидких минеральных удобрений

Скорость движения агрегата определяют в установившемся режиме при выполнении технологического процесса на длине учетной делянки не менее 30 м.

Скорость движения агрегата v_p (м/с) определяют по формуле

$$v_p = \frac{L}{t}, \quad (2.69)$$

где L – длина учетной делянки, м;

t – время прохождения учетной делянки, с.

При поверхностном внесении удобрения с помощью штанги и других рабочих органов разбрызгивающего типа определяют рабочую и общую ширину внесения удобрений. Рабочую ширину внесения удобрения B_p (м) вычисляют по формуле

$$B_p = hn, \quad (2.70)$$

где h – шаг расстановки распылителей, м;

n – количество распылителей.

Общая ширина внесения складывается из рабочей ширины внесения удобрения и части внесения его крайним распылителем, которая перекрывается смежным проходом.

Общую ширину внесения удобрения $B_{\text{общ}}$ (м) вычисляют по формуле

$$B_{\text{общ}} = h(n - 1) + b, \quad (2.71)$$

где b – ширина распыла распылителя (м), рассчитать которую можно по зависимости

$$b = 2H \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (2.72)$$

здесь H – высота расположения распылителя над горизонтальной поверхностью почвы, м;

α – угол факела распыла распылителя, град.

Общую ширину внесения другими рабочими органами разбрызгивающего типа определяют после опробования на месте путем вылива удобрения в противни и измерения расстояния между крайними противнями, масса удобрений в каждом из которых должна быть не менее 0,1 г.

При внутрипочвенном внесении удобрений общая ширина должна быть равна рабочей ширине внесения удобрений.

За рабочую ширину внесения удобрений принимают ширину (работа агрегата с перекрытием), при которой обеспечивается допустимая неравномерность распределения удобрений по ширине захвата машины.

При этом перекрытие должно производиться не более чем до половины общей ширины внесения удобрений.

Неравномерность распределения удобрения определяют на рабочей ширине внесения и по ходу движения машины при поверхностном и внутрипочвенном внесении удобрений.

При поверхностном внесении удобрений перед проведением опыта осуществляют пробный проезд агрегата для определения колеи и уточнения скорости движения. Рабочие органы машины при этом должны быть отключены. Для определения неравномерности внесения удобрений по ширине необходимо на общую ширину внесения машины, которая округляется до величины, кратной 0,5 м, в большую сторону, расставить противни или подставки в три поперечных сплошных ряда (повторности) с расстоянием между рядами 5 м.

Последовательность нумерации проб должна быть слева направо по ходу движения агрегата. Дополнительно вблизи опытного участка расставляют три контрольных противня. Размер противней должен быть 0,5×0,5×0,05 м. По следу колес противни (подставки) не устанавливают. Массу удобрения для них определяют как среднее из двух граничащих с колесами противней. Для определения неравномерности по

ходу движения машины расставляют 20 противней в два сплошных ряда: один – по оси движения агрегата, второй – справа или слева от нее на удалении на $\frac{1}{4}$ от общей ширины внесения. Нумерация проб должна быть по ходу движения.

Схема установки противней (подставок) показана на рис. 2.15.

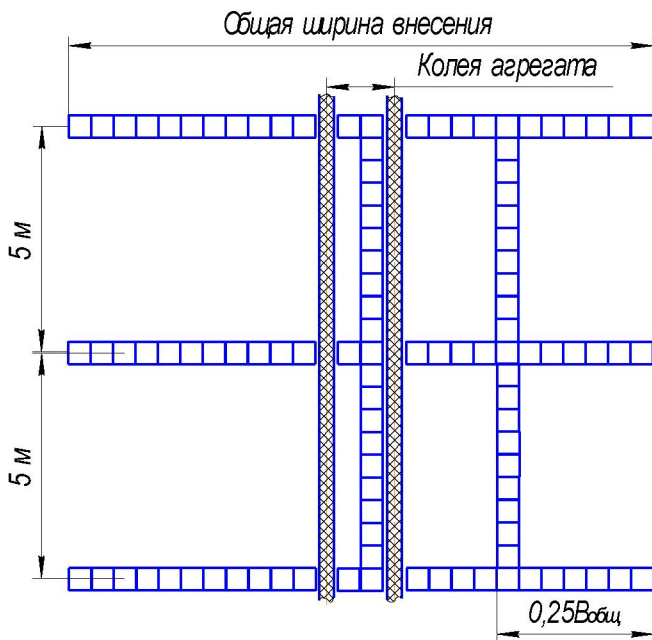


Рис. 2.15. Схема расстановки противней (подставок) при определении качества работы машины

При внутрипочвенном внесении удобрений для определения неравномерности внесения по ширине используют данные определения расхода жидкости через рабочие органы по ширине внесения.

Неравномерность расхода удобрения между распылителями (жиклерами) по ширине захвата машины определяют не менее чем на трех (минимальной, средней, максимальной) дозах внесения удобрения. Для оценки неравномерности расхода удобрения используют приспособление, состоящее из насадок с боковыми отверстиями (по размеру распылителей) с надетыми на них шлангами. Шланги должны быть соединены в единую систему при помощи планки. Насадки со шлангами

надевают на распылители и закрепляют (на штангах с числом распылителей более 15 неравномерность распределения удобрений допускается определять на половине штанги).

Под каждый распылитель (жиклер) подставляют два улавливающих сосуда: один для улавливания удобрения при установке режима, другой мерный.

Во время отбора проб штанги перемещают при помощи планки таким образом, чтобы удобрение поступало в мерные емкости. Продолжительность отбора проб при установившемся режиме работы распылителей (жиклеров) должна быть не менее 0,5 мин. Повторность трехкратная. Количество поступившего в емкости удобрения определяют весовым или объемным методом с погрешностью не более ± 1 г (мл).

Для определения неравномерности по ходу движения агрегата при внутрипочвенном внесении противни (подставки) из влагонепроницаемого материала расставляют в три сплошных ряда (по 20 шт. в каждом) под три приподнятых рабочих органа (один средний и два крайних), остальные рабочие органы должны быть заглублены на рабочую глубину.

Для улавливания жидких минеральных удобрений с помощью противней при определении неравномерности распределения удобрений необходимо приготовить фильтровальную бумагу размером 0,5×0,5 м. Бумага должна быть пронумерована по повторностям и до взвешивания храниться при комнатной температуре не менее 48 ч. Взвешивание проводят на весах с погрешностью не более $\pm 0,1$ г. Взвешенную фильтровальную бумагу хранят в сухом месте во влагонепроницаемой таре (полиэтиленовых мешках).

Непосредственно перед проведением опыта при внесении жидких минеральных удобрений на расставленные по учетной деланке, а также на контрольные противни (подставки) раскладывают фильтровальную бумагу (улавливающие поверхности). Агрегат при установившемся режиме работы проходит по опытной деланке. При этом фиксируют рабочую скорость движения, рабочее давление в коммуникации, скорость и направление ветра.

Количество осевшего удобрения на улавливающих поверхностях определяют весовым или химическим методом. При весовом методе определения улавливающие поверхности собирают с противней (подставок) и упаковывают в течение не более двух минут (во избежание испарения). Допускается собирать улавливающие поверхности поэтапно по повторностям с таким расчетом, чтобы продолжительность сбора одной повторности ряда не превышала двух минут. Собранные

с противней улавливающие поверхности складывают лицевой стороной внутрь, каждую отдельно помещают в полиэтиленовый мешок. Во избежание испарения удобрений полиэтиленовый мешок закрывают и до отправки в лабораторию хранят в тени.

При химическом методе определения количества осевшего удобрения продолжительность сбора улавливающих поверхностей, их герметизация не влияют на величину определяемых показателей.

Весовой метод определения количества осевших жидких минеральных удобрений заключается в определении разницы между массой фильтровальной бумаги (улавливающих поверхностей) с удобрениями и без них. Взвешивание проб осуществляют в день их отбора в лабораторных условиях. Погрешность взвешивания жидких минеральных удобрений должна быть не более $\pm 0,1$ г. Результаты взвешивания записывают в ведомость.

При **химическом методе** количество осевшего удобрения определяют по водорастворимой P_2O_5 по градуировочному графику. Для этой цели используют реактивы по ГОСТ 20851.2. Для построения градуировочного графика из емкости испытываемой машины при проведении опыта отбирают в колбу удобрение и тщательно перемешивают его. Из этой пробы в мерные колбы вместимостью 500 мл отбирают навеску удобрения в зависимости от содержания P_2O_5 в удобрении. Содержащиеся в колбах навески доводят дистиллированной водой до метки 500 мл, тщательно перемешивают. Из каждой колбы нужно отмерить по 1 мл образцового раствора удобрения, перенести в пикнометры (или мерные цилиндры) вместимостью 100 мл, долить 20 мл воды, добавить 25 мл реактива А и довести до метки дистиллированной водой. Содержание колбы перемешивают и через 15 мин колориметрируют относительно раствора сравнения (20 мл воды + 25 мл реактива + 55 мл воды). Измерения проводят при длине волны 450 нм в кюветках 10 и 20 мм на фотоэлектроколориметре типа ФЭК-56 (светофильтр № 4) или ФЭК-60 (светофильтр № 3).

По полученным данным значений оптических плотностей строят градуировочный график, откладывая по оси абсцисс содержащиеся в образцовых растворах количества удобрения в граммах, по оси ординат – соответствующие им значения оптических плотностей. Градуировочный график проверяют ежедневно по трем точкам.

Приготовление реактива А: смешать в равных объемах (1 л) растворы азотной кислоты (1:2), ванадата аммония и молибдата аммония в указанной последовательности.

Проведение анализа. Опрыснутые удобрениями улавливающие поверхности разрезают на кусочки размером не более 2 см², помещают в литровые стаканы, заливают дистиллированной водой, перемешивают стеклянной палочкой и оставляют на три часа. Перемешивание повторяют через полтора часа, а также за 15 мин до проведения анализа. В мерные колбы вместимостью 100 мл отмеряют 1 мл анализируемого раствора, доливают 20 мл дистиллированной воды, 25 мл реактива и доводят до метки дистиллированной водой, перемешивают и через 15 мин колориметрируют. По градуировочной кривой определяют количество удобрений на улавливающей поверхности. При дозе внесения P₂O₅ до 100 кг/га для смыва удобрения с улавливающих поверхностей расходуют 500 мл дистиллированной воды. С увеличением дозы внесения P₂O₅ для смыва удобрения расходуют 750 мл дистиллированной воды, а определенное по градуировочному графику количество удобрения умножают на 1,5, что соответствует фактической навеске в граммах. Результаты записывают в ведомость.

Неравномерность распределения удобрений по ширине внесения машины для поверхностного внесения штанговыми рабочими органами определяют по средним значениям масс удобрений на соответствующих улавливающих поверхностях после наложения от условных смежных проходов. В результате обработки данных вычисляют среднее, стандартное отклонение и коэффициент вариации масс удобрения с противней, уложенных по ширине внесения. Вычисления производят по формулам (2.65)–(2.67). Неравномерность распределения удобрения по ширине внесения характеризуется коэффициентом вариации α .

В полевых условиях неравномерность расхода рабочего раствора через распылители можно определять следующим образом:

- измерить время заполнения тарированной емкости вместимостью 1 л раствором из каждого распылителя;
- определить искомую неравномерность по формуле

$$\alpha = \frac{2(T_{\text{макс}} - T_{\text{мин}})}{T_{\text{макс}} + T_{\text{мин}}} \cdot 100,$$

где $T_{\text{макс}}$ – время заполнения емкости наибольшее, с;

$T_{\text{мин}}$ – время заполнения емкости наименьшее, с.

Например, из распылителя с наибольшим расходом время заполнения емкости составило 30 с, а из распылителя с наименьшим расходом – 35 с. Тогда неравномерность расхода составит:

$$\alpha = \frac{2 \cdot (35 - 30)}{35 + 30} \cdot 100 \% = 15,4 \%$$

Неравномерность распределения удобрения по ходу движения машины для поверхностного внесения штанговыми рабочими органами определяют по значениям масс удобрения с противней, уложенных по ходу движения машины. Вычисления производят по формулам (2.65)–(2.67). Неравномерность распределения удобрений по ходу движения машины характеризуется коэффициентом вариации, вычисленным по массе удобрений с противней, уложенных по ходу движения.

Отклонение максимального и минимального расхода удобрения от среднего арифметического значения расхода из всех распылителей (жиклеров) определяют в следующей последовательности:

1) вычисляют среднее арифметическое значение расхода удобрения q , г (мл), поступившего в сосуды из всех распылителей (жиклеров), по ширине внесения по формуле (2.65), в которой за n принимается число распылителей (жиклеров) на штанге;

2) вычисляют максимальное $\Delta_{p, \max}$ (%) и минимальное $\Delta_{p, \min}$ (%) отклонения расхода удобрения от среднего значения расхода по формулам

$$\Delta_{p, \max} = \frac{(q_{\max} - q)}{q} 100; \quad \Delta_{p, \min} = \frac{(q_{\min} - q)}{q} 100,$$

где $q_{\max(\min)}$ – соответственно максимальное (минимальное) значение расхода удобрений распылителями (жиклерами), г (мл).

Неравномерность распределения удобрений по ширине внесения машины с бесштанговыми рабочими органами при поверхностном внесении определяют на рабочей ширине внесения. За рабочую ширину внесения принимают оптимальную ширину, при которой после наложения условных смежных проходов обеспечивается предельно допустимая неравномерность по агротребованиям, при этом перекрытие должно производиться не более чем до половины общей ширины захвата. Если после расчета неравномерности распределения удобрения по ширине полученные значения превышают (или значительно ниже) предельно допустимые значения неравномерности по агротребованиям, последовательно увеличивают или уменьшают величину перекрытия на величину, кратную 0,5 м, до нахождения ширины внесения, при которой неравномерность соответствует агротребованиям. Это и будет рабочая ширина внесения.

Фактическую дозу внесения удобрений определяют путем деления массы израсходованных удобрений на обработанную площадь либо по числу проходов (см. формулу (2.62)).

Глубину и неравномерность хода рабочих органов в полевых условиях определяют по трем рабочим органам (двум крайним и одному

среднему) измерением в 10 точках при одном проходе агрегата. Измерения проводят путем погружения стальной линейки-щупа в борозду до необработанного слоя.

Измерения проводят в направлении, перпендикулярном оси движения агрегата. Повторность трехкратная.

Результаты измерений записывают в ведомость. Оценку качества внесения ведут по показателям и нормативам табл. 2.10, 2.11.

Таблица 2.10. Оценка качества поверхностного внесения жидких минеральных удобрений машинами со штанговыми рабочими органами

Показатель	Градации нормативов	Коэффициент качества
Отклонение от заданной нормы внесения, %	До ± 5	1,0
	$\pm 5,1 \dots 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots 10,0$	0,8
	Более ± 15	0
Неравномерность распределения удобрений по ширине захвата, %	До 5	1,0
	$5,1 \dots 7,0$	0,9
	$7,1 \dots 10,0$	0,8
	10,1	0
Отклонения расстояния между смежными проходами от заданного, %	До ± 5	1,0
	$\pm 5,1 \dots 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots 10,0$	0,8
	Более ± 10	0

Таблица 2.11. Оценка качества внутривспашечного внесения жидких минеральных удобрений

Показатель	Градации нормативов	Коэффициент качества
1	2	3
Отклонение от заданной нормы внесения, %	До ± 5	1,0
	$\pm 5,1 \dots 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots 10,0$	0,8
	Более ± 15	0
Неравномерность распределения удобрений по ширине захвата, %	До 5	1,0
	$5,1 \dots 7,0$	0,9
	$7,1 \dots 10,0$	0,8
	Более 10,1	0
Отклонения расстояния между смежными проходами от заданного, %	До ± 5	1,0
	$\pm 5,1 \dots 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots 10,0$	0,8
	Более ± 10	0

1	2	3
Отклонения от заданной глубины внесения удобрений, см	До ± 1	1,0
	$\pm 1,1 \dots 1,5$	0,9
	$\pm 1,6 \dots 2,0$	0,8
	Более $\pm 2,0$	0

После определения коэффициента качества по каждому из показателей определяется средний коэффициент качества. Если его значение меньше, чем 0,8, или хотя бы по одному из показателей он равен 0, то работа бракуется.

2.9.4. Поверхностное и внутривпочвенное внесение жидких органических удобрений

Неравномерность распределения удобрения на общей и рабочей ширине определяют путем сбора удобрений в противни, расставленные согласно рис. 2.15.

Противни должны быть размером $0,5 \times 0,5 \times 0,15$ м без улавливающих поверхностей. Количество удобрения определяют объемным методом с помощью тарировочных цилиндров после каждого прохода агрегата. Погрешность измерения объема удобрения – не более ± 1 мл. Результаты записывают в ведомость.

В результате обработки данных вычисляют среднее арифметическое значение, стандартное отклонение, коэффициент вариации. Вычисления производят по формулам (2.65)–(2.67).

Отклонение максимального и минимального расхода удобрения от среднего арифметического значения расхода по ширине захвата и по ходу движения машины определяют так же, как и для жидких минеральных удобрений.

Остальные показатели, определяемые при контроле качества внесения жидких органических удобрений, соответствуют аналогичным показателям при внесении жидких минеральных удобрений. Оценку качества внесения ведут по показателям и нормативам табл. 2.12–2.14.

Таблица 2.12. Оценка качества поверхностного внесения жидких органических удобрений машинами со штанговыми рабочими органами

Показатель	Градация нормативов	Коэффициент качества
Отклонение от заданной нормы внесения, %	До ± 5	1,0
	$\pm 5,1 \dots 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots 10,0$	0,8
	Более ± 15	0
Неравномерность распределения удобрений по ширине захвата, %	До 10	1,0
	10,1...12,0	0,9
	12,1...15,0	0,8
	Более 15,1	0
Отклонения расстояния между смежными проходами от заданного, %	До ± 5	1,0
	$\pm 5,1 \dots 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots 10,0$	0,8
	Более ± 10	0

Таблица 2.13. Оценка качества поверхностного внесения жидких органических удобрений машинами с разливными (разбрызгивающими) рабочими органами

Показатель	Градация нормативов	Коэффициент качества
Отклонение от заданной нормы внесения, %	До ± 10	1,0
	$\pm 10,1 \dots 12,0$	0,9
	$\pm 12,1 \dots 15,0$	0,8
	Более ± 15	0
Неравномерность распределения удобрений по ширине захвата, %	До 25	1,0
	25,1...30,0	0,9
	30,1...35,0	0,8
	Более 35,1	0
Отклонения расстояния между смежными проходами от заданного, %	До ± 5	1,0
	$\pm 5,1 \dots 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots 10,0$	0,8
	Более ± 10	0

Таблица 2.14. Оценка качества внутривспашного внесения жидких органических удобрений

Показатель	Градация нормативов	Коэффициент качества
1	2	3
Отклонение от заданной нормы внесения, %	До ± 5	1,0
	$\pm 5,1 \dots 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots 10,0$	0,8
	Более ± 15	0

1	2	3
Неравномерность распределения удобрений по ширине захвата, %	До 5	1,0
	5,1...7,0	0,9
	7,1...10,0	0,8
	10,1	0
Отклонения расстояния между смежными проходами от заданного, %	До ± 5	1,0
	$\pm 5,1...7,0$	0,9
	$\pm 7,1...10,0$	0,8
	Более ± 10	0
Отклонения от заданной глубины внесения удобрений, см	До ± 1	1,0
	$\pm 1,1...1,5$	0,9
	$\pm 1,6...2,0$	0,8
	Более ± 2	0

После определения коэффициента качества по каждому из показателей определяется средний коэффициент качества. Если его значение меньше, чем 0,8, или хотя бы по одному из показателей он равен 0, то работа бракуется.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы агротехнические требования к внесению твердых органических удобрений?
2. Каковы агротехнические требования к внесению твердых минеральных удобрений?
3. Каковы агротехнические требования к внесению жидких минеральных удобрений?
4. Каковы агротехнические требования к внесению жидких органических удобрений?
5. Как выбрать передачи трактора в агрегате для внесения удобрений на различных режимах (на примере своего варианта)?
6. Как рассчитывается скорость агрегата на рабочем ходу и повороте (на примере своего варианта)?
7. Как определяется часовой расход топлива агрегатом на рабочем ходу и повороте (на примере своего варианта)?
8. Почему принят тот или иной способ движения агрегата (на примере своего варианта)?
9. Каковы основные преимущества и недостатки прямоочной технологии в сравнении с другими известными технологиями внесения удобрений?

10. Каковы основные преимущества и недостатки перегрузочной технологии в сравнении с другими известными технологиями внесения удобрений?

11. Каковы основные преимущества и недостатки перевалочной технологии в сравнении с другими известными технологиями внесения удобрений?

12. Какие способы движения агрегата и виды поворотов применяются при внесении удобрений в поле? Как определить вид поворота?

13. Как организовано технологическое обслуживание при внесении удобрений (на примере выданного варианта)?

14. Изложите методику определения количественного состава механизированного звена (на примере выданного варианта).

15. На примере выданного варианта укажите мероприятия по сокращению непроизводительных затрат времени при работе агрегатов в составе механизированного звена по внесению удобрений.

16. Как определяют показатели качества внесения твердых минеральных удобрений?

17. Как определяются показатели качества внесения жидких минеральных удобрений поверхностно и внутрипочвенно?

18. Как определяются показатели качества внесения твердых органических удобрений?

19. Как определяются показатели качества внесения жидких органических удобрений поверхностно и внутрипочвенно?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническое обеспечение земледелия: учеб. пособие / А. В. Новиков [и др.]; под общ. ред. А. В. Новикова. – Минск: БГАТУ, 2012. – 384 с.

2. Сергеев, В. С. Технология механизированных работ в растениеводстве: учеб. пособие / В. С. Сергеев, Г. А. Валюженич, А. Е. Улахович; под ред. В. С. Сергеева. – Минск: Экоперспектива, 2009. – 120 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Исходные данные

Технология внесения удобрений прямоточная						
Вариант	1	2	3	4	5	
Состав транспортно-технологического агрегата	БЕЛАРУС-1221.3 + РУ-7000	БЕЛАРУС-1523.3 + МШУ-18	БЕЛАРУС-3522 + МТУ-24	БЕЛАРУС-1025.2 + АПЖ-12	БЕЛАРУС-3022.2 + МЖУ-16 + АВЖ-12	
Грузовместимость максимальная, т	8	9,5	18	4	16	
Масса машины, кг	5000	5600	7000	2300	5000	
Кинематическая длина машины, м	6,3	6,6	10,6	5,9	8,9	
Способ агрегатирования	П/приц.	П/приц.	П/приц.	П/приц.	П/приц.	
Ширина захвата рабочая, м	12	18	10	12	12	
Интервал агротехнически допустимых скоростей, км/ч	До 10	До 8	До 10	До 10	До 10	
Мощность на привод средняя $N_{\text{Вом}}$, кВт	19,4	21,1	52,3	12,8	33,5	
Погрузчик	Амколор-540	Амколор-325	Амколор-325	-	-	
Производительность погрузчика, т/ч	30	80	80	-	-	
Время загрузки (самозагрузки), мин				7	12	
Условия выполнения операции						
Средний расчетный уклон, %	2	3	2	3	3	
Размер рабочего участка, м:						
длина	600	800	700	900	400	
ширина	300	400	400	500	300	
Расстояние транспортировки, км	1*	4	3	2	3	5
	2	5	2	5	2	3
	3	3	5	4	5	2
	4	2	4	3	4	4
Доза внесения удобрений, т/га	1**	0,55	35	50	0,25	35
	2	0,30	40	60	0,15	25
	3	0,45	45	45	0,20	45
	4	0,40	50	40	0,10	50

Технология внесения удобрений перегрузочная						
Вариант	6	7	8	9	10	
Состав транспортно-технологического агрегата	БЕЛАРУС-82.1 + РДУ-1,5	БЕЛАРУС-1221.3 + РУ-1600	БЕЛАРУС-892 + РУ-3000	БЕЛАРУС-920.3 + РУ-1000	БЕЛАРУС-952.3 + СУ-12	
Грузовместимость максимальная, т	1,5	1,6	3,0	1,0	0,8	
Масса машины, кг	450	500	1250	470	1000	
Кинематическая длина машины, м	1,2	1,2	3,1	1,1	2,0	
Способ агрегатирования	Навес.	Навес.	П/приц.	Навес.	Навес.	
Ширина захвата рабочая, м	24	18	24	18	12	
Интервал агротехнически допустимых скоростей, км/ч	До 10	До 10	До 10	До 10	До 10	
Мощность на привод средняя $N_{\text{в.ом}}$, кВт	9,8	10,6	11,0	8,8	12,1	
Мобильный загрузчик	ГАЗ-4509 + АЗС-30	МАЗ-457043 + ЗС-20	МАЗ-457043 + ЗПН-20	БЕЛАРУС-820 + 2ПТС-4,5 + ЗПНС-15	БЕЛАРУС-820 + 2ПТС-4,5 + ЗПНС-15	
Производительность монтируемого погрузчика, т/ч	30	20	18	15	15	
Максимальная грузовместимость, т	4,2	4,5	4,5	2,2	2,6	
Скорость, км/ч:						
с грузом	28	35	35	16	16	
без груза	28	35	35	18	18	
Условия выполнения операции						
Средний расчетный уклон, %	3	1	2	2	4	
Размер рабочего участка, м:						
длина	550	850	750	950	450	
ширина	350	450	450	550	335	
Расстояние транспортировки, км	1*	14	8	5	11	8
	2	10	15	8	6	13
	3	9	12	10	7	9
	4	8	6	12	14	12
Доза внесения удобрений, т/га	1**	0,55	0,35	0,50	0,35	0,42
	2	0,30	0,44	0,60	0,15	0,56
	3	0,45	0,45	0,65	0,45	0,25
	4	0,40	0,50	0,44	0,30	0,30

Внутрипочвенное внесение удобрений					
Вариант	11	12	13	14	15
Состав транспортно-технологического агрегата	БЕЛАРУС-3022.2 + КПМ-10 + ОЖУ-2000	БЕЛАРУС-3022.2 + АКМ-6 + ОВЖ-2000	БЕЛАРУС-3522 + МЖУ-20 + АВВ-6,0	БЕЛАРУС-1025.2 + КМС-5,4 + ОД-650	БЕЛАРУС-3022.2 + МЖУ-16 + АВВ-6,0
Грузовместимость приспособления (технологической емкости машины) максимальная	2,0	2,0	20,0	0,65	16,0
Масса машины	3,8	5,8	7,6	1,18	5,0
Удельное тяговое сопротивление при скорости 5 км/ч, кН/м	2,7	3,0	2,3	1,8	2,3
Кинематическая длина машины (с учетом приспособления), м	5,5	8,7	9,6	1,73	8,9
Масса приспособления, кг	700	400	1160	500	1160
Способ агрегатирования машины	Прицеп.	П/навесн.	П/прицеп.	Навесн.	П/прицеп.
Способ агрегатирования приспособления	Монт. на трак.	Монт. на маш.	Навес. на маш.	Монт. на трак.	Навес. на маш.
Мощность на привод средняя $N_{\text{ном}}$, кВт	18,1	15,3	38,3	12,6	38,3
Ширина захвата рабочая, м	9,6	5,7	6,0	5,4	6,0
Технология внесения удобрений	Перегр.	Перегр.	Прямоточ.	Перегр.	Прямоточ.
Интервал агротехнически допустимых скоростей, км/ч	6...12	6...10	5...10	4...9	5...10
Мобильный загрузчик	БЕЛАРУС-82.1 + МЖТ-Ф-6	БЕЛАРУС-82.1 + МЖТ-Ф-6	-	БЕЛАРУС-82.1 + ПЦ-2	-
Производительность при заправке оборудования, т/ч	60	60	-	45	-
Время загрузки (самозагрузки), мин	8	8	12	6	10
Максимальная грузоподъемность, т	6	6	-	2	-
Скорость, км/ч: с грузом	16	16	Расчет	18	Расчет
	18	18		20	
Условия выполнения операции					
Средний расчетный уклон, %	2	3	1	2	1
Размер рабочего участка, м: длина	550	850	750	950	450
	350	450	450	550	335
Расстояние транспортировки, км	1*	12	6	13	4,2
	2	8	8	8	2,8
	3	7	7	1,5	3,0
	4	10	11	4,0	11
Доза внесения удобрений, т/га	1**	0,55	0,35	25	0,35
	2	0,30	0,44	35	0,15
	3	0,45	0,45	40	0,45
	4	0,40	0,50	60	0,30

Технология внесения удобрений перевалочная						
Вариант	16	17	18	19	20	
Состав технологического агрегата	БЕЛАРУС-1221.3 + МТГ-9	БЕЛАРУС-1523.3 + МТУ-18	БЕЛАРУС-1523.3 + МТУ-15	БЕЛАРУС-1025.2 + ПРТ-7А	БЕЛАРУС-3022.2 + МТУ-20	
Грузовместимость максимальная, т	9,5	18,0	15,0	7,3	20,0	
Масса машины, кг	3450	6200	5800	3050	6800	
Кинематическая длина машины, м	6,5	8,5	8,5	6,5	10,6	
Способ агрегатирования	П/приц.	П/приц.	П/приц.	П/приц.	П/приц.	
Ширина захвата рабочая, м	6,5	8,0	10,0	6,5	10,0	
Интервал агротехнически допустимых скоростей, км/ч	До 10	До 10	До 10	До 10	До 10	
Мощность на привод средняя $N_{\text{в.ом}}$, кВт	22,8	36,6	33,3	18,4	44,7	
Погрузчик	Амкодор-352	Амкодор-361	Амкодор-371	Амкодор-325	Амкодор-371	
Производительность погрузчика, т/ч	80	100	110	70	110	
Средний расчетный уклон, %	2	3	4	1	1	
Размер рабочего участка, м:						
длина	560	900	1000	660	780	
ширина	300	400	470	600	350	
Доза внесения удобрений, т/га	1**	35	25	30	45	30
	2	40	45	43	55	55
	3	45	40	25	30	25
	4	50	60	20	25	45

*Номер подварианта по расстоянию транспортировки.

**Номер подварианта по дозе внесения удобрений.

Примечание. Для вариантов 1–15 задание выдается с подвариантами в виде, например, 1-1-1, что означает первый вариант с расстоянием транспортировки по подварианту 1 (4 км) и с дозой внесения удобрений по подварианту 1 (0,55 т/га).

Для вариантов 16–20 задание выдается с подвариантом в виде, например, 16-1, что означает 16-й вариант с дозой внесения удобрений по подварианту 1 (35 т/га).

Техническая характеристика тракторов

Показатель	Обозначение	Марка трактора								
		БЕЛАРУС-82.1	БЕЛАРУС-892	БЕЛАРУС-952.3	БЕЛАРУС-920.3	БЕЛАРУС-1025.2	БЕЛАРУС-1221.3	БЕЛАРУС-1523.3	БЕЛАРУС-3022.2	БЕЛАРУС-3522
Масса, кг: эксплуатационная	$m_{\text{тр}}$	4000	4150	4100	4300	4480	5800	6000	11500	12300
максимально допустимая		6300	7000	7000	7000	7000	8000	9000	18000	20000
Кинематическая длина, м	$l_{\text{тр}}$	1,2/1,3*	1,2/1,3*	1,2/1,3*	1,2/1,3*	1,28/1,35*	1,4/1,5*	1,45/1,6*	1,77/1,9*	1,82/2,1*
Минимальный радиус поворота, мм	$R_{\text{мин}}$	4,1	4,1	4,1	4,1	4,9	5,4	5,5	6,5	6,6
Ширина задних колес, м		15,5R38	18,4R38	16,9R38	18,4R34	18,4R34	18,4R38	520/70R38	620/70R42	710/70R42
Радиус обода задних колес, м	r_o	0,483	0,483	0,483	0,432	0,432	0,483	0,483	0,533	0,533
Высота шины задних колес, м	$h_{\text{ш}}$	0,302	0,392	0,354	0,302	0,302	0,392	0,364	0,434	0,497
Марка двигателя		D243C-404Э	D245.5-664	D245.5S2	D-245.43S2	D-245	D-260.2S2	D-260.1S2	BF06M1013FC	TCD 2013 L06 4V
Номинальная мощность двигателя, кВт	$N_{\text{ен}}$	59,6	65,0	70,0	62,0	77,0	96,9	116,0	222,8	261,0
Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, мин ⁻¹	n_n	2200	1800	1800	1800	2200	2100	2100	2300	2200
Удельный расход топлива, г/(кВт · ч)	$g_{\text{ен}}$	226	217	220	229	236	235	250	248	250
Часовой расход топлива при номинальной мощности, кг/ч	$G_{\text{н}}$	13,47	14,11	15,40	14,20	18,17	22,77	29,00	55,25	65,25
Часовой расход топлива при максимальных оборотах холостого хода, кг/ч	$G_{\text{хх}}$	3,37	3,53	3,85	3,55	4,54	5,69	7,25	13,81	16,31
Часовой расход топлива на остановках с работающим двигателем, кг/ч	$G_{\text{то}}$	1,18	1,23	1,35	1,24	1,59	1,42	1,81	3,45	4,08

*В числителе указан навесной вариант агрегатирования, в знаменателе – прицепной.

Передаточные числа трансмиссий ($i_{\text{тр}}$) тракторов (передний ход)

БЕЛАРУС-82.1			БЕЛАРУС-892			БЕЛАРУС-952.3			БЕЛАРУС-920.3			БЕЛАРУС-1025.2			БЕЛАРУС-1221.3			БЕЛАРУС-1523.3			БЕЛАРУС-3022.2			БЕЛАРУС-3522				
Передача	$i_{\text{п}}$	$i_{\text{тр}}$	Передача	$i_{\text{п}}$	$i_{\text{тр}}$	Передача	$i_{\text{п}}$	$i_{\text{тр}}$	Передача	$i_{\text{п}}$	$i_{\text{тр}}$	Передача	$i_{\text{п}}$	$i_{\text{тр}}$	Передача	$i_{\text{п}}$	$i_{\text{тр}}$	Передача	$i_{\text{п}}$	$i_{\text{тр}}$	Передача	$i_{\text{п}}$	$i_{\text{тр}}$	Передача	$i_{\text{п}}$	$i_{\text{тр}}$		
1п	330,0	257,41	Ід1п	269,84	212,67	Ід1	282,2	303,8	387,9	Ід1	304,29	335,24	Ід1	241,9	188,69	Ід1	204,30	161,02	Ід2	235,2	269,8	344,5	Ід2	250,60	276,09	Ід2	187,5	146,26
1	241,9	188,69	Ід1	204,30	161,02	Ід2	193,4	206,6	263,8	Ід3	203,23	223,90	Ід3	142,0	110,76	Ід2	71,51	56,36	Ід4	159,9	171,2	218,6	Ід4	167,37	184,39	Ід4	110,2	85,96
2п	187,5	146,26	Ід2п	94,40	74,40	Ід3	145,5	130,9	167,1	Ід5	136,82	150,74	Ід5	83,5	65,13	Ід3	60,22	47,46	Ід2	130,2	107,6	137,4	Ід6	112,68	124,14	Ід6	90,0	70,20
2	142,0	110,76	Ід2	71,51	56,36	Ід4	107,0	89,0	113,6	Ід6	126,79	139,69	Ід6	68,0	53,04	Ід1п	160,69	126,65	Ід3	107,0	89,0	113,6	Ід1	126,79	139,69	Ід1	68,0	53,04
3п	110,2	85,96	Ід3п	79,56	62,70	Ід1	145,5	130,9	167,1	Ід4	104,42	115,04	Ід4	59,13	45,54	Ід2п	55,54	43,77	Ід1	88,5	79,9	102,0	Ід2	104,42	115,04	Ід2	59,13	45,54
3	83,5	65,13	Ід3	60,22	47,46	Ід2	130,2	107,6	137,4	Ід5	84,68	93,29	Ід5	57,4	44,77	Ід2	42,06	33,15	Ід2	74,3	73,8	94,2	Ід3	84,68	93,29	Ід3	57,4	44,77
4п	90,0	70,20	Ід1п	160,69	126,65	Ід3	107,0	89,0	113,6	Ід6	69,74	76,83	Ід6	64,8	50,55	Ід3п	47,28	37,26	Ід3	48,9	54,4	69,5	Ід4	69,74	76,83	Ід4	64,8	50,55
4	68,0	53,04	Ід1	121,71	95,93	Ід4	88,5	79,9	102,0	Ід1	57,01	62,81	Ід1	49,0	38,22	Ід3	35,53	28,00	Ід4	41,1	45,1	57,6	Ід5	57,01	62,81	Ід5	49,0	38,22
5п	75,8	59,13	Ід2п	55,54	43,77	Ід1	74,3	73,8	94,2	Ід2	46,95	51,72	Ід2	52,7	41,11	Ід4п	25,26	19,91	Ід1	60,4	65,7	83,9	Ід6	46,95	51,72	Ід6	52,7	41,11
5	57,4	44,77	Ід2	42,06	33,15	Ід2	60,4	65,7	83,9	Ід3	69,74	76,83	Ід3	39,9	31,12	Ід4	19,13	15,08	Ід2	32,8	34,5	44,1	Ід1	69,74	76,83	Ід1	39,9	31,12
6п	64,8	50,55	Ід3п	47,28	37,26	Ід3	48,9	54,4	69,5	Ід4	57,01	62,81	Ід4	33,7	26,29	Ід4	19,13	15,08	Ід3	41,1	45,1	57,6	Ід2	57,01	62,81	Ід2	33,7	26,29
6	49,0	38,22	Ід3	35,53	28,00	Ід4	41,1	45,1	57,6	Ід5	46,95	51,72	Ід5	33,7	26,29	Ід4	19,13	15,08	Ід4	34,5	44,1	57,6	Ід3	46,95	51,72	Ід3	33,7	26,29
7п	52,7	41,11	Ід4п	25,26	19,91	Івд1	32,8	34,5	44,1	Івд1	94,91	104,56	Івд1	39,9	31,12	Ід4	19,13	15,08	Івд2	26,7	28,3	36,1	Івд2	78,16	86,11	Івд2	39,9	31,12
7	39,9	31,12	Ід4	19,13	15,08	Івд2	26,7	28,3	36,1	Івд3	63,38	69,83	Івд3	33,7	26,29	Ід4	19,13	15,08	Івд3	28,3	36,1	46,1	Івд3	78,16	86,11	Івд3	33,7	26,29
8п	44,5	34,71				Івд3	21,9	23,4	29,9	Івд4	52,20	57,51	Івд4	33,7	26,29	Ід4	19,13	15,08	Івд4	21,9	23,4	29,9	Івд4	63,38	69,83	Івд4	33,7	26,29
8	33,7	26,29				Івд4	18,1	19,4	24,8	Івд5	42,67	47,01	Івд5	33,7	26,29	Ід4	19,13	15,08	Івд5	18,1	19,4	24,8	Івд5	63,38	69,83	Івд5	33,7	26,29
9п	24,69	19,26								Івд6	35,15	38,72	Івд6	33,7	26,29	Ід4	19,13	15,08				Івд6	35,15	38,72	Івд6	33,7	26,29	
9	18,1	14,12								Івд1	47,08	51,87	Івд1	33,7	26,29	Ід4	19,13	15,08				Івд6	35,15	38,72	Івд6	33,7	26,29	
										Івд2	38,78	42,72	Івд2	33,7	26,29	Ід4	19,13	15,08				Івд6	35,15	38,72	Івд6	33,7	26,29	
										Івд3	31,45	34,65	Івд3	33,7	26,29	Ід4	19,13	15,08				Івд6	35,15	38,72	Івд6	33,7	26,29	
										Івд4	25,90	28,53	Івд4	33,7	26,29	Ід4	19,13	15,08				Івд6	35,15	38,72	Івд6	33,7	26,29	
										Івд5	21,17	23,32	Івд5	33,7	26,29	Ід4	19,13	15,08				Івд6	35,15	38,72	Івд6	33,7	26,29	
										Івд6	17,44	19,21	Івд6	33,7	26,29	Ід4	19,13	15,08				Івд6	35,15	38,72	Івд6	33,7	26,29	

Примечание. «Ід» – номер диапазона;
«І» – номер передачи;
«п» – включен понижающий редуктор.

Приложение Г

Значения коэффициентов сопротивления качению колесных тракторов $f_{тр}$ и ходовых колес сельскохозяйственных машин f_M

Условия движения	$f_{тр}$	f_M
Целина, залежь, плотная дернина, сильно уплотненная стерня (суглинок)	0,03...0,06	0,05...0,07
Стерня	0,06...0,08	0,07...0,09
Влажная стерня	0,08...0,10	0,09...0,11
Слежавшаяся пашня	0,10...0,12	0,12...0,15
Подготовленное под посев поле, вспаханное поле (суглинок), чистый пар, свежесобранное картофельное поле	0,16...0,20	0,18...0,22
Свежевспаханное поле (супесь)	0,18...0,22	0,18...0,25
Луг, пастбище	0,08...0,10	0,09...0,11
Дорога с цементно-бетонным или асфальтированным покрытием	0,018...0,022	0,03...0,04
Дорога со щебенчатым или гравийным покрытием	0,03...0,04	0,04...0,05
Дорога грунтовая сухая	0,03...0,05	0,04...0,06

Приложение Д

Темп роста удельного тягового сопротивления Δ_c , %

Наименование технологической операции	Δ_c
Вспашка целины, залежи, пласта многолетних трав	5...7
Вспашка стерни зерновых, пласта однолетних трав	3...5
Глубокое (до 50 см) рыление	6...9
Чизелевание	4...8
Дискование	2...3
Культивация сплошная	2...5
Культивация междурядная	2,5...3,5
Прикатывание	1...2
Боронование	1,5...2,5
Посев рядовой	2...3