

Цель работы: овладение теоретическими знаниями и практическими навыками по проектированию операционной технологии ухода за сельскохозяйственными культурами.

1. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

2. Изучить агротехнические требования (подразд. 2.1), предъявляемые к операциям по уходу за сельскохозяйственными культурами, и законспектировать в рабочей тетради агротехнические требования для операции, выполняемой машинно-тракторным агрегатом заданного состава.

3. Обосновать с помощью расчетов (подразд. 2.2) скоростной **рабочий режим** трактора при выполнении технологической операции в поле.

4. Выбрать передачи трактора и рассчитать скорость МТА (подразд. 2.2) при его движении в режимах:

холостого хода в поле (поворот, разворот, холостой заезд);

ближнего транспорта (движение по дорогам II группы при переездах к месту работы и обратно, а также с участка на участок в течение смены).

5. Рассчитать показатели загрузки трактора в агрегате на каждом из режимов, определить значения часового расхода топлива.

6. Итоговые технико-эксплуатационные показатели агрегата оформить в виде рекомендуемой таблицы (табл. 2.2).

7. Определить основные кинематические характеристики машинно-тракторного агрегата: центр агрегата, кинематическую длину, длину выезда, радиус поворота, согласно методике, приведенной в подразд. 2.3 с учетом основных положений, указанных в источниках [1, 2]. Изобразить в тетради кинематическую схему МТА.

8. Принять челночный способ движения МТА, обосновать вид поворота и рассчитать основные кинематические характеристики рабочего участка: ширину поворотных полос, рабочую длину гона, коэффициент поворотов. В рабочей тетради начертить схему движения агрегата при уходе за посевами (посадками) с указанием мест загрузки удобрениями (рабочими растворами пестицидов), схему подготовки поля (разметки), при необходимости схемы разбивки поля и обработки поворотных полос. Если при загрузке агрегатов для ухода за посевами применяются транспортно-загрузочные магистрали в пределах рабочей зоны участка, то их следует изобразить на схеме движения агрегата.

та. При выполнении указанных схем следует пользоваться примерами, приведенными в методических указаниях [2] и в подразд. 2.3.

9. Определить оптимальный состав механизированного звена по уходу за посевами (посадками), построить график согласования работы основных и обслуживающих агрегатов в составе механизированного звена (подразд. 2.4, рис. 2.6).

10. Рассчитать составляющие баланса времени смены и определить полный коэффициент использования времени смены согласно методике, приведенной в подразд. 2.5.

11. С использованием зависимостей, представленных в подразд. 2.6, рассчитать технико-экономические характеристики машинно-тракторного агрегата.

12. Описать порядок подготовки машинно-тракторного агрегата к выполнению заданной операции ухода за сельскохозяйственной культурой.

13. Привести краткие рекомендации по подготовке поля к работе и работе агрегата в поле.

14. Изучить методику оценки качества выполнения работ по уходу, привести в рабочей тетради таблицу контроля качества.

15. Оформить отчет о работе согласно содержанию.

16. Повторить материал по технологической настройке заданного машинно-тракторного агрегата, подготовить ответы на контрольные вопросы.

2. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

2.1. Технологические операции ухода за растениями и агротехнические требования к ним

В период вегетации (от посева до уборки) с целью обеспечения оптимальных условий для роста и развития растений проводятся операции по уходу за посевами (посадками) сельскохозяйственных культур.

В зависимости от применяемой технологии и особенностей роста и развития сельскохозяйственных культур перечень операций по уходу может быть различен. Тем не менее в целом все операции по уходу можно свести к четырем технологическим операциям и их комбинациям:

- поверхностная обработка почвы;
- междурядная обработка;
- подкормка;
- химобработка.

Перечень и цели операций по уходу за посевами с примерами их выполнения представлены в прил. Б.

К операциям по уходу за посевами (посадками) применяется ряд **общих агротехнических требований**, а именно:

– начало и продолжительность работ определяются в соответствии с агротехническими сроками;

– дозы внесения удобрений в подкормку рассчитываются для каждого поля по данным картограмм, величине запланированного урожая в соответствии с научно обоснованной схемой подкормок;

– дозы и сроки внесения рабочих растворов пестицидов определяются по данным мониторинга посевов (посадок) и рекомендациям станций по защите растений в регионе;

– не допускаются разрывы между смежными проходами агрегатов и необработанные участки поля;

– при обработке поворотных полос выполняются те же требования, что и при работе в основной зоне рабочего участка;

– агрегаты должны работать только в диапазоне агротехнически допустимых скоростей.

2.1.1. Агротехнические требования к подкормке твердыми минеральными удобрениями (дополнительно к общим требованиям)

1. Отклонение фактической дозы внесения удобрений от заданной не должно превышать ± 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 ± 20 % для удобрений, не содержащих азот, и ± 10 % для азотных простых и комплексных удобрений.

4. Допустимая неравномерность распределения удобрений штанговым разбрасывателем по ширине захвата не более ± 10 %.

2.1.2. Агротехнические требования к внутрипочвенному внесению твердых и жидких минеральных удобрений в подкормку (дополнительно к общим требованиям)

1. Твердые и жидкие минеральные удобрения (например, КАС) вносятся внутрипочвенно в междурядья на заданную глубину с откло-

нением до ± 1 см лентами шириной, определяемой конструкцией применяемого подкормочного приспособления.

2. Допустимое отклонение от заданной дозы внесения до ± 5 %.
3. Неравномерность внесения по ширине захвата и в направлении движения не должна превышать ± 10 %.
4. Отклонение от заданной глубины внесения не более ± 15 %.

2.1.3. Агротехнические требования к сплошному боронованию посевов (дополнительно к общим требованиям)

1. Глубина обработки должна соответствовать требуемой при допустимом отклонении до $\pm 1,5$ см.
2. Уничтожение сорняков – более 80 %.
3. Повреждение культурных растений (только для послевсходовой обработки) допускается до 5 %.

2.1.4. Агротехнические требования к рыхлению междурядий (дополнительно к общим требованиям)

1. Глубина обработки почвы должна соответствовать заданной. Отклонение от заданной глубины рыхления междурядий не должно превышать ± 2 см.
2. Ширина защитной зоны устанавливается в зависимости от фазы развития растений в пределах 6...12 см. Отклонения ширины защитной зоны от установленной не должны превышать ± 1 см.
3. Рабочие органы должны подрезать 98...100 % сорных растений в междурядьях.
4. При одновременной обработке междурядий и защитных зон рабочие органы в защитных зонах должны уничтожать не менее 65 % сорняков, а путем присыпания почвой – не менее 90 %.
5. Повреждение культурных растений не должно превышать 1...2 %.
6. Нижние влажные слои почвы не должны выноситься на поверхность.

2.1.5. Агротехнические требования к окучиванию картофеля (дополнительно к общим требованиям)

1. Глубина обработки почвы должна соответствовать заданной. Отклонение от заданной глубины не должно превышать ± 2 см.
2. Ширина защитной зоны устанавливается в пределах 16...18 см. Отклонение ширины защитной зоны от установленной не должно превышать ± 3 см.

3. Рабочие органы не должны извлекать клубни из почвы.
4. Рабочие органы должны подрезать 98...100 % сорных растений в междурядьях.
5. Высота гребня должна находиться в пределах 16...20 см при отклонении до ± 3 см.

2.1.6. Агротехнические требования к опрыскиванию (дополнительно к общим требованиям)

1. Посевы желательно обрабатывать в сухую безветренную погоду при температуре воздуха 12...17 °С.

Допустимая скорость ветра при опрыскивании: мелкокапельном дистанционном – до 3 м/с; мелкокапельном штанговом, крупнокапельном дистанционном – до 4 м/с; крупнокапельном штанговом – до 5 м/с. Не допускается внесение препаратов при скорости ветра более 8 м/с, а также при сносе капель препаратов на соседние посевы.

2. Отклонение нормы расхода рабочего раствора от заданной не более 10 %.

3. Отклонение концентрации рабочего раствора от рекомендуемой не более 5 %.

4. Неравномерность внесения рабочего раствора по ширине захвата не должна превышать 15 % при размере капель до 250 мкм.

5. Густота покрытия листовой поверхности каплями рабочего раствора при расходе 75...200 л/га должна быть не менее 30 шт/см².

6. Отклонение расхода отдельными распылителями штангового опрыскивателя при рабочем режиме не более 5 %.

7. Механические повреждения растений при опрыскивании не должны превышать 1 %.

8. При работе опрыскивателей вблизи лесополос или других культур не допускается попадание на них распыленной рабочей жидкости.

9. Скорость движения агрегатов при опрыскивании должна быть постоянной.

2.2. Комплектование агрегатов для ухода за сельскохозяйственными культурами

2.2.1. Постановка задачи комплектования МТА и формирование блока исходных данных

Задача комплектования МТА ставится таким образом: *для заданного состава агрегата определить рабочую передачу трактора, обеспе-*

чив его рациональную загрузку в области максимально допустимой скорости движения агрегата.

При выполнении ухода за сельскохозяйственными культурами максимальная агротехнически допустимая скорость ($v_{\max}^{\text{агр}}$) движения МТА в составе трактора и рабочей машины принимается индивидуально для каждого агрегата согласно прил. А.

Расчеты по данному подразделу целесообразно начинать 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	$m_{\text{тр}}$	Прил. В
Вес трактора	кН	$G_{\text{тр}} = 9,81m_{\text{тр}} / 1000$	Расчет
Марка двигателя трактора	–	–	Прил. В
Номинальная мощность двигателя	кВт	$N_{\text{ен}}$	Прил. В
Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя	мин ⁻¹	$n_{\text{н}}$	Прил. В
Часовой расход топлива при номинальной мощности	кг/ч	$G_{\text{н}}$	Прил. В
Часовой расход топлива при максимальных оборотах холостого хода	кг/ч	$G_{\text{сх}}$	Прил. В
Часовой расход топлива на остановках с работающим двигателем	кг/ч	$G_{\text{то}}$	Прил. В
Радиус обода задних колес	м	r_{o}	Прил. В
Высота шины задних колес	м	$h_{\text{ш}}$	Прил. В
Коэффициент осадки шины под нагрузкой при выполнении технологической операции	–	$\lambda_{\text{шт}}$	$\lambda_{\text{шт}} = 0,8$
Коэффициент осадки шины под нагрузкой при движении по дорогам	–	$\lambda_{\text{шд}}$	$\lambda_{\text{шд}} = 0,7$
Расчетный радиус качения ведущих колес при выполнении технологической операции	м	$r_{\text{кт}} = r_{\text{o}} + \lambda_{\text{шт}}h_{\text{ш}}$	Расчет
Расчетный радиус качения ведущих колес при движении по дорогам	м	$r_{\text{кд}} = r_{\text{o}} + \lambda_{\text{шд}}h_{\text{ш}}$	Расчет

Окончание табл. 2.1

1	2	3	4
Коэффициент сопротивления качению трактора: при выполнении технологической операции	–	$f_{\text{трг}}$	Прил. Е
	–	$f_{\text{грд}}$	
Марка машины для ухода за сельскохозяйственными культурами	–	–	По заданию
Масса машины	кг	m_m	Прил. А
Вес машины	кН	$G_m = 9,81m_m / 1000$	Расчет
Масса приспособления (при наличии)	кг	$m_{\text{тр}}$	Прил. А
Вес приспособления (при наличии)	кН	$G_{\text{тр}} = 9,81m_{\text{тр}} / 1000$	Расчет
Грузовместимость технологических емкостей: для рабочего раствора пестицидов	кг (т)	$Q_{\text{оп}}$	Прил. А
	кг (т)	$Q_{\text{об}}$	
Вес рабочего раствора пестицидов	кН	$G_{\text{п}} = 9,81Q_{\text{оп}} / 1000$	Расчет
Вес удобрений	кН	$G_{\text{у}} = 9,81Q_{\text{об}} / 1000$	Расчет
Способ агрегатирования машины	–	–	Прил. А
Коэффициент сопротивления качению ходовых колес рабочей машины*: при выполнении технологической операции	–	$f_{\text{мт}}$	Прил. Е
	–	$f_{\text{мд}}$	
Мощность на привод, передаваемая через ВОМ трактора	кВт	$N_{\text{ВОМ}}$	Прил. А
Удельное тяговое сопротивление при скорости $v_0 = 5$ км/ч	кН/м	k_0	Прил. А
Темп роста удельного тягового сопротивления	%	Δc	Прил. А
Удельное тяговое сопротивление при максимальной агротехнически допустимой скорости: навесное агрегатирование	кН/м	$k = 0,85k_0[1 + (v_{\text{max}}^{\text{агр}} - v_0) \times \Delta c / 100]$ $k = k_0[1 + (v_{\text{max}}^{\text{агр}} - v_0)\Delta c / 100]$	Расчет
прицепное (полуприцепное, полунавесное) агрегатирование			

*Для навесного агрегатирования не указывается.

2.2.2. Расчет параметров рабочего режима МТА при выполнении технологической операции

Для определения **рабочего тягового сопротивления** (кН) агрегата для ухода, **осуществляющего обработку почвы**, при прицепном, полуприцепном и полунавесном агрегатировании расчет следует вести по формуле

$$R_{\text{ат}} = kB_{\text{к}} + (G_{\text{м}} + G_{\text{пр}} + G_{\text{у}} + G_{\text{п}}) \frac{i}{100}, \quad (2.1)$$

при навесном агрегатировании – по формуле

$$R_{\text{ат}} = kB_{\text{к}} + (G_{\text{м}} + G_{\text{пр}} + G_{\text{у}} + G_{\text{п}}) (\lambda f_{\text{трт}} + \frac{i}{100}), \quad (2.2)$$

где λ – коэффициент догрузки ведущих колес трактора, равный 0,5...1,0;

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

Для определения **рабочего тягового сопротивления** (кН) агрегата для ухода, **не осуществляющего обработку почвы**, при прицепном, полуприцепном и полунавесном агрегатировании расчет следует вести по формуле

$$R_{\text{ат}} = (G_{\text{м}} + G_{\text{пр}} + G_{\text{у}} + G_{\text{п}}) (f_{\text{мг}} + \frac{i}{100}), \quad (2.3)$$

при навесном (монтируемом) агрегатировании – по формуле

$$R_{\text{ат}} = (G_{\text{м}} + G_{\text{пр}} + G_{\text{у}} + G_{\text{п}}) (f_{\text{трт}} + \frac{i}{100}). \quad (2.4)$$

Сопротивление перемещению трактора (кН) определяется по зависимости

$$R_{\text{трт}} = G_{\text{тр}} (f_{\text{трт}} + \frac{i}{100}). \quad (2.5)$$

Рабочую скорость и передачу трактора при выполнении агрегатом технологической операции следует определять, пользуясь методикой, изложенной ниже.

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

$$v_{\text{р. макс}}^{\text{N}} = \frac{3,6(\eta_{\text{N}} N_{\text{ен}} - N_{\text{вОМ}} / \eta_{\text{вОМ}}) \eta_{\text{мг}} \eta_{\delta}}{R_{\text{ат}} + R_{\text{трт}}}, \quad (2.6)$$

где η_{N} – максимально допустимый коэффициент загрузки двигателя трактора по мощности, равный 0,97;

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

$\eta_{\text{ВОМ}}$ – КПД привода ВОМ трактора, равный 0,95;

$\eta_{\text{мг}}$ – КПД трансмиссии трактора, принимаемый из интервала 0,91...0,92;

η_{δ} – КПД буксования движителя трактора, определяемый по формуле $\eta_{\delta} = 1 - \delta / 100$ (δ – буксование движителя трактора на рабочем ходу, которое принимается максимально допустимым из интервала 10...12 % для колесных тракторов).

2. Согласовать скорость $v_{\text{р. макс}}^N$ с рядом передаточных чисел трансмиссии трактора. Для этого нужно:

– определить требуемое передаточное число трансмиссии трактора по зависимости

$$i_{\text{тр}} = 0,377 \frac{n_{\text{н}} r_{\text{к}}}{v_{\text{р. макс}}^N} (1 - \delta / 100); \quad (2.7)$$

– из прил. Г 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

$$v_{\text{р. макс. ст}}^N = 0,377 \frac{n_{\text{н}} r_{\text{к}}}{i_{\text{тр}}^{\text{ст}}} (1 - \delta / 100). \quad (2.8)$$

3. Сравнив значение скорости $v_{\text{р. макс. ст}}^N$ с максимальной агротехнически допустимой скоростью, определить окончательное значение рабочей скорости $v_{\text{р}}$ и передачи трактора.

При этом следует проанализировать выполнение следующих условий:

1) если $v_{\text{р. макс. ст}}^N \leq v_{\text{макс}}^{\text{агр}}$, то $v_{\text{р}} = v_{\text{р. макс. ст}}^N$;

2) если $v_{\text{р. макс. ст}}^N > v_{\text{макс}}^{\text{агр}}$, то, приняв предварительно $v_{\text{р. пр}} = v_{\text{макс}}^{\text{агр}}$, согласовать скорость с рядом передаточных чисел трактора, используя формулы (2.7) и (2.8).

2.2.3. Расчет параметров режима холостого хода МТА при выполнении технологической операции

Приняв скорость поворота $v_{\text{х. пр}}$ предварительно из интервала 5...7 км/ч ближе к его верхней границе, определить требуемое передаточное число трансмиссии трактора по зависимости

$$i_{\text{тр}} = 0,377 \frac{n_{\text{н}} r_{\text{к}}}{v_{\text{х.пр}}} (1 - \delta_{\text{х}} / 100), \quad (2.9)$$

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

Пользуясь данными прил. Г, 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

$$v_{\text{х}} = 0,377 \frac{n_{\text{н}} r_{\text{к}}}{i_{\text{тр}}^{\text{ст}}} (1 - \delta_{\text{х}} / 100). \quad (2.10)$$

Рассчитать мощность двигателя трактора, потребляемую под нагрузкой на повороте, по формуле

$$N_{\text{ex}} = \frac{R_{\text{ак}} + R_{\text{трт}}}{3,6 \eta_{\text{мг}} \eta_{\delta \text{х}}} v_{\text{х}}. \quad (2.11)$$

Тяговое сопротивление агрегата $R_{\text{ак}}$ на повороте рассчитывается с использованием следующих зависимостей:

при прицепном, полуприцепном и полунавесном агрегатировании

$$R_{\text{ак}} = [G_{\text{м}} + G_{\text{пр}} + 0,5(G_{\text{п}} + G_{\text{y}})](f_{\text{мт}} + \frac{i}{100});$$

при навесном агрегатировании

$$R_{\text{ак}} = [G_{\text{м}} + G_{\text{пр}} + 0,5(G_{\text{п}} + G_{\text{y}})](f_{\text{трт}} + \frac{i}{100}).$$

Проверить выполнение условия $N_{\text{ex}} \leq \eta_{\text{N}} N_{\text{ен}}$ и, если это условие выполняется, считать расчет скорости $v_{\text{х}}$ и выбор передачи законченными.

Если $N_{\text{ex}} > \eta_{\text{N}} N_{\text{ен}}$, то, воспользовавшись формулой

$$v_{\text{х. макс}}^{\text{N}} = \frac{3,6 \eta_{\text{N}} N_{\text{ен}} \eta_{\text{мг}} \eta_{\delta \text{х}}}{R_{\text{ак}} + R_{\text{трт}}}, \quad (2.12)$$

нужно определить максимально возможную скорость на повороте по мощности двигателя, согласовать ее с рядом передаточных чисел трактора и, приняв требуемое передаточное число трансмиссии, рассчитать $v_{\text{х}}$ по формуле (2.10).

2.2.4. Расчет параметров транспортного режима МТА

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

При движении МТА по дорогам II группы максимально допустимая скорость для навесного агрегатирования принимается равной 15 км/ч, для полунавесного (прицепного, полуприцепного) агрегатирования – 20 км/ч. Агрегат движется только с пустыми технологическими емкостями.

Рассчитывается тяговое сопротивление агрегата при движении по следующим формулам:

при прицепном, полуприцепном и полунавесном агрегатировании

$$R_{ад} = (G_{м} + G_{пр})(f_{мд} + \frac{i}{100});$$

при навесном (монтируемом) агрегатировании

$$R_{ад} = (G_{м} + G_{пр})(f_{трд} + \frac{i}{100}).$$

Определяется максимально возможная скорость (км/ч) агрегата по мощности двигателя трактора при движении по формуле

$$v_{тр}^N = \frac{3,6(\eta_N \cdot N_{ен})\eta_{мт}\eta_{\delta д}}{R_{ад} + R_{трд}}, \quad (2.13)$$

где $\eta_{\delta д}$ – КПД буксования движителя трактора в транспортном режиме, определяемый по формуле $\eta_{\delta д} = 1 - \delta_{гд} / 100$ ($\delta_{гд}$ – буксование движителя трактора в транспортном режиме, принимается из интервала 3...5 %);

$R_{трд}$ – сопротивление перемещению трактора при движении в транспортном режиме, кН.

Сопротивление перемещению трактора при движении в транспортном режиме рассчитывается по зависимости

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

Согласовывается рассчитанная по формуле (2.13) скорость с рядом передаточных чисел трансмиссии трактора так, как это было сделано ранее (п. 2.2.2, например), в результате чего получается скорость $v_{тр.ст}^N$.

Сравнивается значение скорости $v_{тр.ст}^N$ с максимальной допустимой транспортной скоростью и определяется окончательное значение транспортной скорости $v_{тр}$ и передачи трактора, при этом обязательно выполнение следующих условий:

- 1) если $v_{тр.ст}^N \leq v_{тр.макс}$, то $v_{тр} = v_{тр.ст}^N$.
- 2) если $v_{тр.ст}^N > v_{тр.макс}$, то, приняв предварительно $v_{тр.пр} = v_{тр.макс}$, нужно согласовать эту скорость с рядом передаточных чисел трактора,

используя формулы вида (2.7) и (2.8), чтобы окончательно принять скорость $v_{тр}$ и соответствующую передачу трактора.

2.2.4. Расчет основных энергетических показателей МТА

Мощность двигателя трактора (кВт), потребляемая под нагрузкой на рабочем ходу,

$$N_{ep} = \frac{R_a + R_{тр}}{3,6\eta_{мг}\eta_{\delta p}} v_p + \frac{N_{BOM}}{\eta_{BOM}}. \quad (2.14)$$

Мощность двигателя трактора (кВт), потребляемая под нагрузкой на поворотах,

$$N_{ex} = \frac{R_{ax} + R_{тр}}{3,6\eta_{мг}\eta_{\delta x}} v_x. \quad (2.15)$$

Мощность двигателя трактора (кВт), потребляемая под нагрузкой при движении по дорогам,

$$N_{стр} = \frac{R_{ад} + R_{трд}}{3,6\eta_{мг}\eta_{\delta д}} v_{тр}. \quad (2.16)$$

Коэффициенты загрузки двигателя трактора по мощности: на рабочем ходу

$$\eta_{Np} = \frac{N_{ep}}{N_{ен}};$$

на поворотах

$$\eta_{Nx} = \frac{N_{ex}}{N_{ен}}; \quad (2.17)$$

при движении по дорогам

$$\eta_{Nтр} = \frac{N_{стр}}{N_{ен}}.$$

Часовой расход топлива (кг/ч):

на рабочем ходу

$$G_p = G_{xx} + \eta_{Np}(G_{тн} - G_{xx});$$

на поворотах

$$G_x = G_{xx} + \eta_{Nx}(G_{тн} - G_{xx}); \quad (2.18)$$

при движении по дорогам

$$G_d = G_{xx} + \eta_{Nтр}(G_{тн} - G_{xx}).$$

Итоговые результаты расчета основных показателей режимов работы агрегата следует представить в виде табл. 2.2.

Таблица 2.2. Эксплуатационно-технические показатели агрегата

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

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, других данных справочного характера согласно примеру, представленному на рис. 2.1.

По рекомендации [1] принимать радиус поворота прицепных (полуприцепных и полунавесных) агрегатов с приводом от ВОМ трактора карданной передачей следует, ориентируясь на допустимый угол излома карданного вала привода. Для таких агрегатов с тракторами класса 1,4 радиус R – не менее 7...8 м, классов 2 и 3 – не менее 9...11 м.

Для навесных агрегатов радиус поворота принимается равным минимальному радиусу поворота трактора (прил. В).

Вследствие снижения скорости агрегатов на повороте до 5...7 км/ч нет необходимости учитывать ее при определении фактического радиуса поворота и определять коэффициент k_{R0} .

Для движения агрегатов для ухода за посевами принимается чаще всего челночный безагонный способ. Повороты (развороты) осуществляются на 180° в конце каждого гона, а их вид зависит от сочетания кинематических (радиус поворота R) и технологических (рабочая

а) $B_k / 2m = 18 / 2 \cdot 0,7 = 12,86$; принимаем показатель кратности ближайшим меньшим целым числом, т. е. 12;

б) $B_p = 12 \cdot 2 \cdot 0,7 = 16,8$ м.

Всего распылителей на штангах опрыскивателя должно быть 24, шаг расстановки должен быть равен междурядью, т. е. 70 см.

Ширина поворотной полосы E (м), необходимая для разворота агрегата при отсутствии на поворотной полосе технологической колеи, и средняя удельная длина холостого хода l_x (м) рассчитываются по формулам, приведенным в табл. 2.3 или в прил. Д, в зависимости от принятого вида поворота. При этом расчет ширины поворотной полосы по формулам табл. 2.3 или прил. Д носит предварительный характер, а окончательно этот показатель обозначается E_{ϕ} , его значение принимается ближайшим большим к рассчитанному по соответствующей формуле и кратным рабочей ширине захвата B_p агрегата, который эту полосу обрабатывает.

Таблица 2.3. 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	$E \approx 3R + e$	$l_x \approx 6R + 2e^*$
Беспетлевой с прямолинейным участком	$E \approx R + e$	$l_x = 1,14R + B_p + 2e$
Беспетлевой по окружности	$E \approx R + e$	$l_x = 3,14R + 2e$

* e – длина выезда агрегата, м.

На участках, где выполняется уход за пропашными культурами, поворотные полосы засеваются, как правило, однолетними травами либо травосмесями после выполнения посева (посадки) в основной зоне рабочего участка. Поэтому их фактически принятая ширина E_{ϕ} принимается кратной рабочей ширине захвата агрегата, засевающего эти полосы, с учетом того, что на поворотной полосе должны без помех разворачиваться агрегаты при уходе за посевами (посадками) и уборке. Другими словами, если расчет поворотной полосы для посевного (посадочного) агрегата выполнен корректно, то ширины поворотной полосы E_{ϕ} , как правило, всегда достаточно для беспрепятственного разворота агрегата для ухода за посевами (посадками).

Для участков, на которых выполнен посев зерновых и технических культур с образованием технологической колеи, на поворотных полосах также предусматривается ее наличие. В этом случае ширина поворотной полосы должна быть кратна рабочей ширине захвата B_p посев-

ного агрегата и шагу технологической колеи T . При окончательном выборе ширины поворотной полосы E_{ϕ} следует учесть, что агрегат для ухода должен осуществлять поворот всегда по одному и тому же маршруту при минимуме повреждения растений ходовыми системами МТА. Возможные схемы поворотов, условия их осуществления и расчетные формулы приведены на рис. 2.2.

Длину выезда агрегата для ухода за посевами (m) принимают равной его кинематической длине, т. е.

$$e_o = l_a. \quad (2.19)$$

Длина выезда агрегата с учетом маршрута холостого хода при наличии на поворотной полосе технологической колеи определяется следующим образом (различные варианты сочетания кинематических характеристик приведены на рис. 2.2).

Сначала определяется величина $e_o + R$. После этого на поворотной полосе находится технологическая колея с номером N_T , для которой выполняется условие $(N_T - 0,5)T \geq (e_o + R)$. В эту технологическую колею будет поворачивать агрегат. Длина выезда в данном случае определится расчетом по формуле $e_{\phi} = (N_T - 0,5)T - R$, а в формулах для определения средней удельной длины холостого хода (см. табл. 2.3) вместо величины $2e$ следует использовать сумму $(e_o + e_{\phi})$.

Контрольные линии включения и выключения привода ВОМ при подготовке поля к работе не обозначаются, а ориентироваться механизатор должен по началу и концу технологической колеи в рабочей зоне участка.

При выполнении междурядной механической обработки на посевах (посадках) пропашных культур подъем и опускание сельскохозяйственных машин производится на границе поворотной полосы, которая хорошо видна, так как засеяна травами. Таким образом, нет необходимости в обозначении линий включения и выключения рабочих органов при подготовке полей к работе.

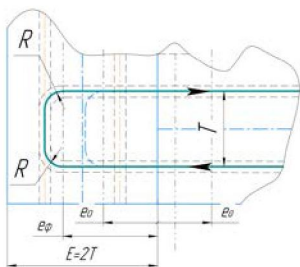
Запас хода по технологической емкости (m) опрыскивающего агрегата либо агрегата для междурядного рыхления с подкормкой определяется по формуле

$$L_{\text{техн}} = \frac{10^4 Q_{\phi}}{B_p U_b}, \quad (2.20)$$

где Q_{ϕ} – грузоподъемность технологической емкости (либо $Q_{\text{отт}}$ при опрыскивании, либо $Q_{\text{бу}}$ при междурядной обработке с подкормкой), т;

B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м;

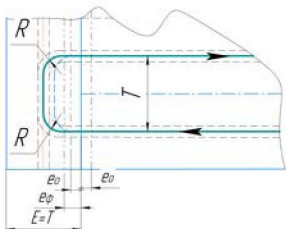
U_b – доза внесения рабочего раствора пестицида либо минеральных удобрений, т/га.



$$T/2 < e_0 + R \leq 2T, \quad 2R < T$$

$$e_\phi = 1,5T - R$$

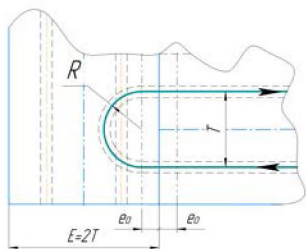
$$l_x = 2,5T + 0,14R + e_0$$



$$e_0 + R \leq T/2, \quad 2R < T$$

$$e_\phi = T/2 - R$$

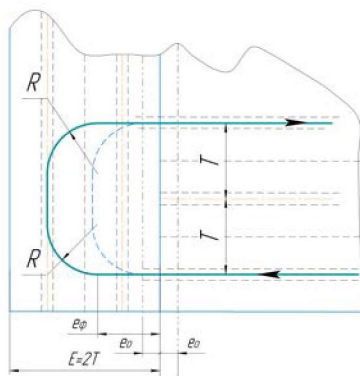
$$l_x = 1,5T + 0,14R + e_0$$



$$T/2 < e_0 + R \leq 2T, \quad 2R = T$$

$$e_\phi = e_0$$

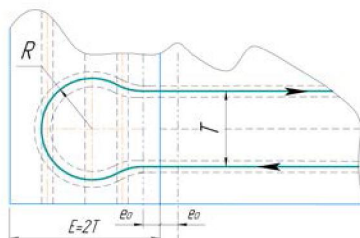
$$l_x = 3,14R + 2e_0$$



$$T/2 < e_0 + R \leq 2T, \quad 2R > T$$

$$e_\phi = 1,5T - R$$

$$l_x = 3,5T + 0,14R + e_0$$



$$T/2 < e_0 + R \leq 2T, \quad 2R > T$$

$$e_\phi = e_0$$

$$l_x = 6R + 2e_0$$

Рис. 2.2. Ширина поворотной полосы и кинематика поворота МТА при наличии технологической колена

Если при междурядной обработке одновременно вносятся пестициды и минеральные удобрения, то $L_{\text{техн}}$ рассчитывается по формуле (2.20) для каждого из видов материалов, после чего выбирается меньшее значение этого показателя и все дальнейшие расчеты ведутся для него. На практике это означает, что места загрузки агрегата материалами определяются опорожнением либо емкости для рабочего раствора пестицидов $Q_{\text{бп}}$, либо емкости (емкостей) для удобрений $Q_{\text{бу}}$.

Расчетное количество проходов агрегата для ухода за посевами по полю определяется по формуле

$$n_{\text{пр}} = L_{\text{техн}} / L_{\text{р}}, \quad (2.21)$$

где $L_{\text{р}}$ – рабочая длина гона на участке (м).

Рабочую длину гона рассчитывают по формуле

$$L_{\text{р}} = L - 2E_{\text{ф}}, \quad (2.22)$$

где L – длина участка, представляющая собой размер рабочего участка в направлении движения агрегата, м.

В дальнейшем проводится 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 руководствоваться в основном следующими соображениями:

- 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 технологических емкостей агрегатов выполняется на одной и той же поворотной полосе либо на одной и то же стороне участка, при целом нечетном $n_{\text{прф}}$ – на противоположных поворотных полосах (сторонах участка);

- при нецелом, но кратном длине участка значении $n_{\text{прф}}$ (например, 0,33; 0,5; 1,5) в рабочей зоне участка следует предусмотреть транспортно-загрузочные магистрали. Как правило, это делается при посеве (посадке).

Определившись со значением $n_{\text{прф}}$, рассчитывают фактический запас хода агрегата по технологической емкости (м) по формуле

$$L_{\text{техн}}^{\text{ф}} = n_{\text{прф}} L_{\text{р}} \quad (2.23)$$

и определяют массу материалов, загружаемых в технологические емкости (т):

$$Q_{\text{м}} = \frac{B_{\text{р}} U_{\text{вн}} L_{\text{техн}}^{\text{ф}}}{10^4}. \quad (2.24)$$

Таким образом, Q_m – это фактическая грузоподъемность технологической емкости (емкостей) агрегата.

Расстояние между местами загрузки вдоль ширины поля определяется по выражению

$$l = n_{\text{прф}} B_p. \quad (2.25)$$

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

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

Пример выполнения расчетов по определению мест загрузки приведен ниже.

Пример. Требуется определить места загрузки рабочим раствором и удобрениями для агрегата БЕЛАРУС-82.1 + КРН-5,6А + ОД-650, выполняющего междурядное рыхление с подкормкой и обработкой гербицидами посевов кукурузы с междурядьями 70 см при следующих исходных данных:

грузоподъемность технологических емкостей для рабочего раствора $Q_{\text{бп}}$ и минеральных удобрений $Q_{\text{бв}}$ составляет 0,65 и 0,480 т соответственно;

доза внесения раствора гербицидов $U_{\text{п}} = 0,12$ т/га;

доза внесения минеральных удобрений в подкормку $U_{\text{в}} = 0,10$ т/га;

участок прямоугольной формы имеет размеры $L \times B = 700 \times 500$ м;

фактическая ширина поворотных полос $E_{\text{ф}} = 18$ м;

рабочая длина гона $L_p = L - 2E_{\text{ф}} = 700 - 2 \cdot 12 = 676$ м.

Расчеты. 1. Определяем запас хода по технологическим емкостям: для рабочего раствора гербицидов

$$L_{\text{техн}}^{\text{п}} = \frac{10^4 Q_{\text{бп}}}{B_p U_{\text{вп}}} = \frac{10^4 \cdot 0,650}{5,6 \cdot 0,120} = 9672,6 \text{ м};$$

для удобрений

$$L_{\text{техн}}^{\text{в}} = \frac{10^4 Q_{\text{бв}}}{B_p U_{\text{вв}}} = \frac{10^4 \cdot 0,480}{5,6 \cdot 0,1} = 8571,4 \text{ м}.$$

2. Рассчитываем количество проходов агрегата по полю до полного опорожнения технологических емкостей:

для рабочего раствора гербицидов

$$n_{\text{пр}}^{\text{п}} = \frac{L_{\text{техн}}^{\text{п}}}{L_p} = \frac{9672,6}{676} = 14,29;$$

для удобрений

$$n_{\text{пр}}^y = \frac{L_{\text{техн}}^y}{L_p} = \frac{8571,4}{676} = 12,67.$$

3. Принимаем загрузку рабочим раствором гербицидов и удобрениями на одной поворотной полосе участка, тогда фактическое количество проходов $n_{\text{прф}}^y$ будет целым четным числом, т. е.

$$n_{\text{прф}}^y = 12; n_{\text{прф}}^y = 12.$$

4. Рассчитываем показатель кратности загрузок различными материалами:

$$\frac{n_{\text{прф}}^{\text{п}}}{n_{\text{прф}}^y} = \frac{14}{12} = 1,16.$$

Принимаем показатель кратности загрузок равным ближайшему меньшему целому числу, т. е. 1. Полученное число означает, что загрузка рабочими раствором гербицидов и минеральными удобрениями будет выполнена в одном и том же месте.

5. Определяем фактическое значение запаса хода по удобрениям и гербицидам:

$$L_{\text{техн}}^{\text{ф}} = L_{\text{техн}}^{\text{п}} = n_{\text{прф}}^y L_p = 12 \cdot 676 = 8112 \text{ м.}$$

6. Определяем массу материалов в местах загрузки:

$$Q_{\text{мп}} = \frac{B_p U_{\text{вп}} I_{\text{техн}}^{\text{п}}}{10^4} = \frac{5,6 \cdot 0,12 \cdot 8112}{10^4} = 0,545 \text{ т} = 545 \text{ кг};$$

$$Q_{\text{му}} = \frac{B_p U_{\text{ву}} I_{\text{техн}}^{\text{ф}}}{10^4} = \frac{5,6 \cdot 0,10 \cdot 8112}{10^4} = 0,454 \text{ т} = 454 \text{ кг.}$$

7. Рассчитываем расстояние между местами загрузки материалами вдоль ширины поля:

$$l_{\text{п}} = l_{\text{у}} = n_{\text{прф}}^y B_p = 12 \cdot 5,6 = 67,2 \text{ м.}$$

8. При ширине участка 300 м на поворотной полосе будет размещено четыре места для одновременной загрузки рабочим раствором гербицидов и удобрениями. В этих местах следует разместить поддоны для укладки удобрений (рис. 2.3) а также транспортировщик рабочего раствора (агрегат типа БЕЛАРУС-82.1 + РЖТ-4).

Окончательно принятая схема движения агрегата характеризуется коэффициентом поворотов по времени

$$\tau_{\text{пов}} = \frac{t_{\text{х}}}{t_{\text{р}}}, \quad (2.26)$$

где $t_{\text{х}}$ – время одного холостого заезда, определяемое по формуле $t_{\text{х}} = l_{\text{х}} / v_{\text{х}}$;

$t_{\text{р}}$ – чистое рабочее время агрегата за половину кинематического цикла, определяемое по формуле $t_{\text{р}} = L_p / v_{\text{р}}$.

Схема движения МТА

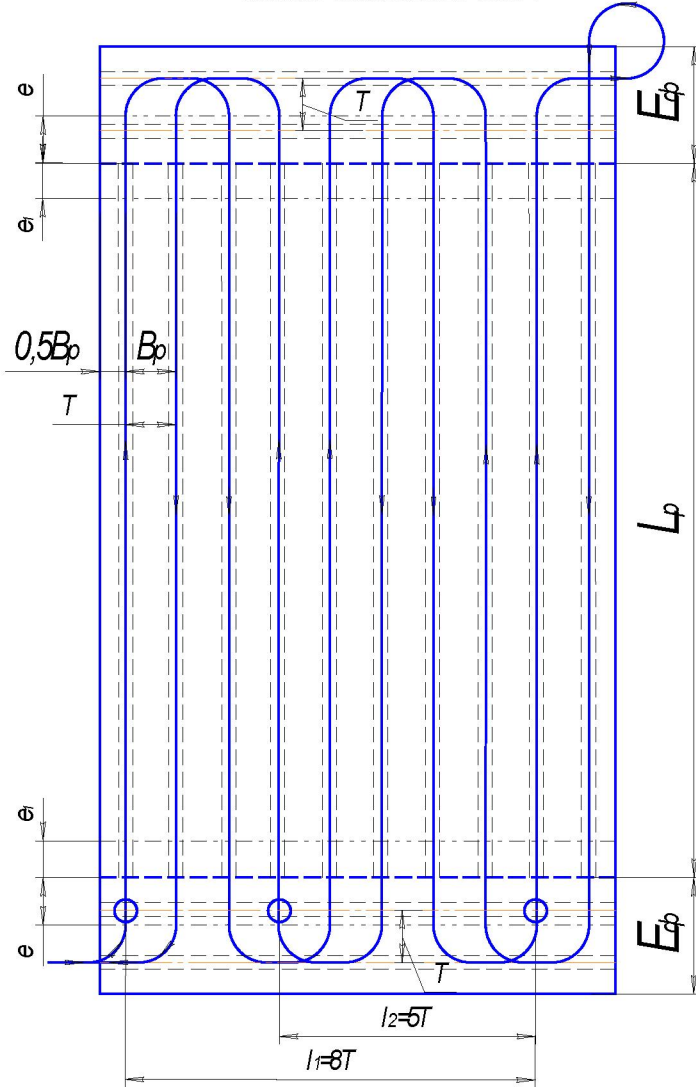
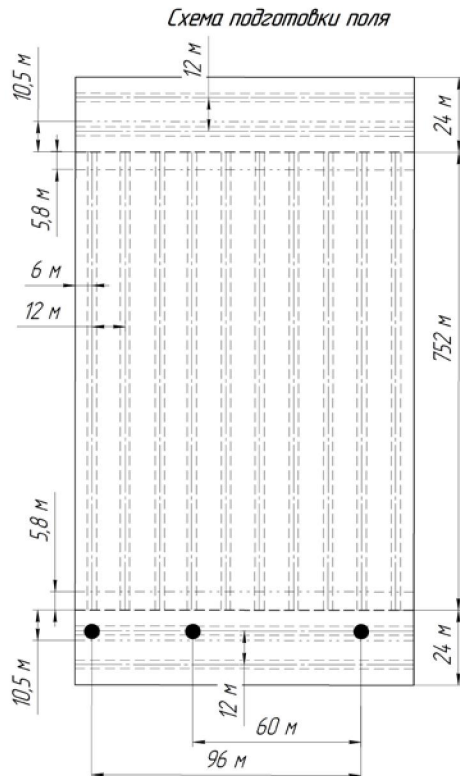


Рис. 2.4. Схема движения МТА при обработке посевов с наличием технологической колес



*Кинематические характеристики агрегата
и рабочего участка*

Показатель	Обозначение	Значение показателя
1. Ширина захвата агрегата рабочая, м	B_p	12,0
2. Шаг технологической колеи, м	T	12,0
3. Длина выезда агрегата, м	e_p	5,8
	$e_{\text{Ф}}$	10,5
4. Радиус поворота агрегата, м	R	7,5
5. Ширина поворотных полос, м	$E_{\text{Ф}}$	24,0
6. Рабочая длина гонд, м	L_p	752,0
7. Длина рабочего участка, м	L	800,0
8. Ширина рабочего участка, м	B	120,0
9. Площадь рабочего участка, га	S_y	9,6

1. Способ движения – челночный. Движение осуществляется при расстоянии между смежными проходами $2T=24$ м.
2. Линии первого прохода, линии включения и выключения рабочих органов соответствуют расположению технологической колеи.
3. Пункты заправки расположены на одной поворотной полосе. Положение каждого пункта заправки отмечается хорошо видимой вешкой высотой 1,5–1,8 м.

Рис. 2.5. Подготовка поля для работы агрегата
по уходу за посевами

2.4. Общие сведения о технологическом обслуживании при уходе за посевами

Если при уходе за посевами сельскохозяйственных культур используются агрегаты, не имеющие технологических емкостей, **технологическое обслуживание не предусматривается.**

При загрузке в поле технологических емкостей агрегатов вручную (немеханизированная загрузка) или с использованием манипуляторов (полумеханизированная загрузка) применяют **перевалочную технологию**, когда все материалы, необходимые для проведения конкретной операции по уходу за посевами, доставляются в поле автомобильным либо тракторным транспортом, раскладываются в местах заправки (загрузки) в нужном количестве. При необходимости применяются поддоны и укывочный материал.

Если для агрегатов, оборудованных технологическими емкостями, предусматривается в основном механизированная загрузка (заправка), то при выполнении операций по уходу за посевами (посадками) применяется **перегрузочная технология**, суть которой состоит в следующем.

Необходимые материалы загружаются в транспортно-загрузочные средства, доставляющие их в поле, а затем перегружаются в технологические емкости агрегатов, которые непосредственно распределяют их на рабочем участке с заданной дозой внесения. Загрузка (перегрузка) удобрений полумеханизированная. Заправка рабочими растворами пестицидов механизированная.

При групповой работе агрегатов по внесению рабочих растворов пестицидов и минеральных удобрений в комбинации с другими операциями по уходу либо без таковой необходимо определить рациональное соотношение между основными (технологическими) агрегатами и вспомогательными агрегатами, осуществляющими заправку технологических емкостей основных агрегатов. **Такая необходимость возникает только тогда, когда загрузка технологических емкостей основных агрегатов механизированная.**

Для этого нужно выполнить расчет времени технологических циклов, а затем определить количественное соотношение основных и вспомогательных агрегатов в механизированном звене.

Сначала рассчитывается количество основных агрегатов для групповой работы с одним транспортно-погрузочным агрегатом:

$$n_{\text{ос}} = \frac{Q_{\text{тр}}}{Q_{\text{м}}}, \quad (2.27)$$

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

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

$$Q_{\text{тр}}^{\text{ф}} = n_{\text{оа}}^{\text{окр}} Q_{\text{м}}.$$

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

$$t_{\text{об}} = t_{\text{погр}} + t_{\text{дв}} + t_{\text{загр}} + t_{\text{доп}}, \quad (2.28)$$

где $t_{\text{погр}}$ – время, затрачиваемое на погрузку материалов в месте их хранения, которое зависит от способа погрузки с учетом дополнительных операций в зоне погрузки (при выполнении работы принимается 4 мин на 1 т транспортируемого материала), мин;

$t_{\text{дв}}$ – время движения транспортно-загрузочного агрегата на поле и обратно, мин;

$t_{\text{загр}}$ – время, затрачиваемое на загрузку группы основных агрегатов, мин;

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

Время движения транспортно-загрузочного агрегата на поле и обратно (мин) рассчитывается по следующим зависимостям:

при использовании автомобильного транспорта

$$t_{\text{дв}} = 120S / v_{\text{тр}},$$

где S – расстояние транспортировки (прил. А), км;

$v_{\text{тр}}$ – средняя транспортная скорость автомобиля, км/ч;

при использовании тракторного транспорта

$$t_{\text{дв}} = t_{\text{тр}} + t_{\text{п}},$$

где $t_{\text{тр}}$ – время движения транспортно-загрузочного агрегата с грузом, мин;

$t_{\text{п}}$ – время движения транспортно-загрузочного агрегата без груза (под погрузку), мин.

Численные значения величин $t_{\text{тр}}$ и $t_{\text{п}}$ рассчитываются по следующим формулам:

$$t_{\text{тр}} = 60S / v_{\text{тр}}; \quad t_{\text{п}} = 60S / v_{\text{п}}, \quad (2.29)$$

где $v_{\text{тр}}$ – скорость движения транспортно-загрузочного агрегата с грузом, км/ч (прил. А);

$v_{\text{п}}$ – скорость движения транспортно-загрузочного агрегата без груза, км/ч (прил. А).

Время, затрачиваемое на загрузку группы основных агрегатов определяется по зависимости

$$t_{\text{загр}} = n_{\text{оа}}^{\text{опр}} t_{\text{зо}} + t_{\text{пер}} (n_{\text{оа}}^{\text{опр}} - 1), \quad (2.30)$$

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

$t_{\text{зо}}$ – время загрузки технологической емкости одного агрегата соответствующим материалом, мин.

При заправке оборудования опрыскивателей значение $t_{\text{зо}}$ принимается равным 3...4 мин на 1 т воды (рабочего раствора пестицидов). При загрузке емкостей для удобрений вручную на 1 т удобрений затрачивается 30...40 мин, при полумеханизированной загрузке затраты времени составляют 12...18 мин на 1 т.

Время технологического цикла опрыскивающего агрегата, оборудованного системой приготовления рабочих растворов, рассчитывается по зависимости

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

где $t_{\text{приг}}$ – время, требуемое для приготовления рабочего раствора, мин;

$t_{\text{внес}}$ – время, затрачиваемое на внесение рабочего раствора пестицидов за один технологический цикл с учетом поворотов, мин;

Время, требуемое для приготовления рабочего раствора, при выполнении работы принимается равным 2 мин на 1 т раствора. Если опрыскиватель заправляется уже готовым рабочим раствором, то $t_{\text{приг}} = 0$.

Время, затрачиваемое на внесение рабочего раствора пестицидов за один технологический цикл с учетом поворотов (мин), рассчитывается по зависимости

$$t_{\text{внес}} = \frac{L_{\text{техн}}^{\text{фп}} \cdot 60 \cdot 10^{-3}}{v_{\text{р}}} (1 + \tau_{\text{пов}}). \quad (2.31)$$

Время технологического цикла агрегатов для междурядной обработки с подкормкой рассчитывается по зависимости

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{зо}}^{\text{у}} + t_{\text{внес}}. \quad (2.32)$$

Значение величины $t_{\text{внес}}$ рассчитывается по формуле, аналогичной (2.31), с подстановкой туда значения $L_{\text{техн}}^{\text{фу}}$.

Время (мин) технологического цикла агрегатов, выполняющих междурядную обработку с одновременным внесением удобрений и рабочего раствора пестицидов, с учетом поворотов рассчитывается по зависимостям:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{внес}}^{\text{п}} + t_{\text{зо}}^{\text{п}} = \left[\frac{L_{\text{техн}}^{\text{фп}} \cdot 60 \cdot 10^{-3}}{v_{\text{р}}} (1 + \tau_{\text{пов}}) + \frac{L_{\text{техн}}^{\text{фп}}}{L_{\text{техн}}^{\text{фу}}} t_{\text{зо}}^{\text{у}} \right] + t_{\text{зо}}^{\text{п}}; \quad (2.33)$$

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{внес}}^y + t_{\text{зо}}^y = \left[\frac{L_{\text{техн}}^{\text{фу}} \cdot 60 \cdot 10^{-3}}{v_p} (1 + \tau_{\text{пов}}) + \frac{L_{\text{техн}}^{\text{фу}}}{L_{\text{техн}}^{\text{фп}}} t_{\text{зо}}^{\text{п}} \right] + t_{\text{зо}}^y, \quad (2.34)$$

где $t_{\text{зо}}^y$ – время загрузки технологической емкости одного агрегата удобрениями, мин;

$t_{\text{зо}}^{\text{п}}$ – время заправки технологической емкости одного агрегата рабочим раствором пестицидов, мин.

Формула (2.33) применяется тогда, когда $L_{\text{техн}}^{\text{фп}} > L_{\text{техн}}^{\text{фу}}$. Когда $L_{\text{техн}}^{\text{фп}} < L_{\text{техн}}^{\text{фу}}$, то расчет ведется по формуле (2.34).

Требуемое количество транспортно-загрузочных агрегатов для обеспечения бесперебойной работы группы агрегатов для ухода за посевами в количестве $n_{\text{оа}}^{\text{окр}}$ рассчитывается по формуле

$$n_{\text{тр}} = \frac{t_{\text{об}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.35)$$

после чего выполняется округление полученного значения до ближайшего большего целого числа $n_{\text{тр}}^{\text{окр}}$ и определяется действительное (фактическое) время оборота транспортно-загрузочного агрегата:

$$t_{\text{об}}^{\text{ф}} = n_{\text{тр}}^{\text{окр}} t_{\text{ц}}, \quad (2.36)$$

а также рассчитывается время простоя этого агрегата в ожидании заправки основных агрегатов:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{об}}^{\text{ф}} - t_{\text{об}}. \quad (2.37)$$

С целью обеспечения наглядности взаимодействия основных и вспомогательных агрегатов в составе механизированного звена по уходу за посевами и посадками сельскохозяйственных культур следует использовать графическое представление их работы, называемое графиком согласования.

Пусть имеем исходные данные по условиям работы и полученные расчетами для звена, состоящего из трех опрыскивающих агрегатов БЕЛАРУС-820 + «Мекосан-2000-12» и одного транспортно-загрузочного агрегата БЕЛАРУС-920 + МЖТ-Ф-6: $t_{\text{зо}} = 8$ мин, $t_{\text{приг}} = 4$ мин, $t_{\text{внес}} = 50$ мин, $t_{\text{ц}} = 62$ мин, $t_{\text{пер}} = 1$ мин, $t_{\text{дв}} = 22$ мин, $t_{\text{доп}} = 4$ мин, $t_{\text{загр}} = 6$ мин, $t_{\text{загр}} = 26$ мин; $t_{\text{об}} = 62$ мин (фактическое), $t_{\text{пр}} = 4$ мин, $n_{\text{оа}} = 3$ агрегата, $n_{\text{тр}} = 1$.

Проводим временную ось (рис. 2.6), разбиваем ее в принятом масштабе. Для первого основного агрегата от 0 временной оси откладываем

ем $t_{30} = 6$ мин, затем от конца получившегося отрезка – $t_{прпг} = 4$ мин, далее вправо – $t_{внec} = 50$ мин. Повторяем описанные выше действия в пределах ограничения временной оси, начиная откладывать временные интервалы последовательно от конца предыдущего отрезка.

Временная ось работы второго агрегата размещается ниже со сдвигом от 0 вправо на время $(t_{пер} + t_{30})$, третьего – соответственно еще ниже со сдвигом вправо от 0 на $2(t_{пер} + t_{30})$.

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

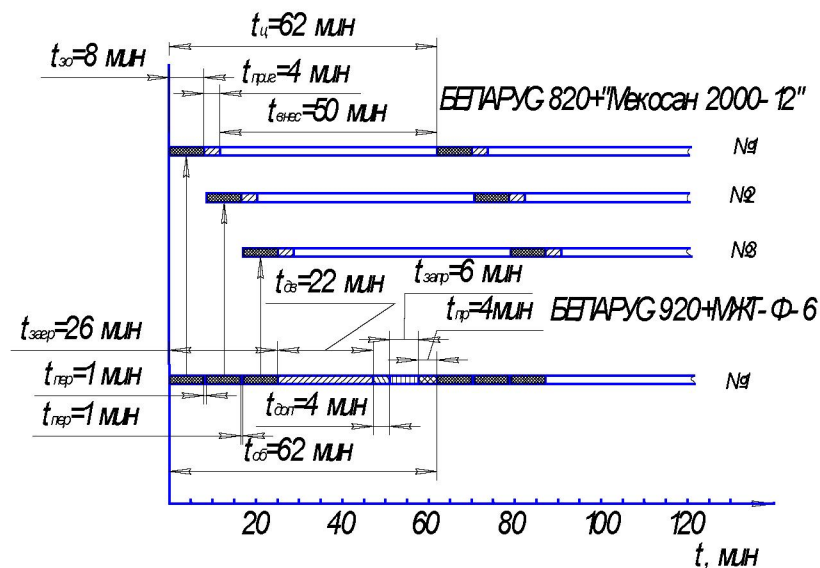


Рис. 2.6. График согласования агрегатов для химзащиты посевов и транспортно-заправочных агрегатов в составе механизированного звена

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

Для обеспечения наглядности соответствующие области, отражающие значения затрат времени цикла и оборота, штрихуются и стрел-

ками показывается направление движения материала при групповом взаимодействии.

При полумеханизированной и немеханизированной загрузке технологических емкостей и перевалочной технологии график согласования не строится.

2.5. Баланс времени смены

Нормируемые непроизводительные затраты времени смены включают в себя следующие составляющие [1, 3]:

- на ежесменное техническое обслуживание $T_{\text{ЕТО}}$, принимаемое в зависимости от тягового класса трактора (класс 1,4 – 0,3 ч; классы 2 и 3 – 0,35 ч и класс 5 – 0,4 ч);

- на подготовку к проезду в начале и конце смены $T_{\text{ПП}} = 3 \dots 5$ мин;

- на проезд (мин) в начале и конце смены $T_{\text{ПНК}} = 60S / v_{\text{тр}}$;

- на получение наряда и сдачу работ $T_{\text{ПНЗ}} = 4 \dots 10$ мин;

- на технологическое обслуживание (ч) агрегата, не связанное с загрузкой технологических емкостей, $T_{\text{ТЕХН}} = (0,02 \dots 0,07)T_{\text{СМ}}$ (в зависимости от сложности агрегатов);

- на физиологические нужды (ч) $T_{\text{Ф}} = (0,03 \dots 0,05)T_{\text{СМ}}$;

- время смены $T_{\text{СМ}} = 7$ ч.

Подготовительно-заключительное время (ч) рассчитывается по формуле

$$T_{\text{П.З}} = T_{\text{ЕТО}} + T_{\text{ПП}} + T_{\text{ПНК}} + T_{\text{ПНЗ}}. \quad (2.38)$$

Внецикловые нормируемые непроизводительные затраты времени (ч) определяются по зависимости

$$T_{\text{В.Ц}} = T_{\text{П.З}} + T_{\text{Ф}} + T_{\text{ПЕР}} + T_{\text{ТЕХН}}. \quad (2.39)$$

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.

Если при уходе за посевами агрегат не вносит какие-либо материалы (удобрения, химмелиоранты, рабочие растворы пестицидов), то чистое время работы за смену определяется по формуле

$$T_{\text{Р}} = \frac{T_{\text{СМ}} - T_{\text{В.Ц}}}{1 + \tau_{\text{ПОВ}}}. \quad (2.40)$$

В случае внесения агрегатом каких-либо материалов расчет чистого времени работы за смену выполняется с учетом приведенных ниже рекомендаций.

1. Рассчитывается количество технологических циклов за смену по зависимости

$$n_{\text{тц}} = \frac{T_{\text{см}} - T_{\text{в. ц}}}{t_{\text{ц}}} \quad (2.41)$$

и округляется до ближайшего большего целого числа.

Вследствие округления происходит увеличение времени смены до значения

$$T_{\text{см}}^{\phi} = n_{\text{тц}}^{\text{окр}} t_{\text{ц}} + T_{\text{в. ц}} \quad (2.42)$$

2. Чистое время работы за технологический цикл

$$t_{\text{р.ц}} = \frac{t_{\text{внес}}}{(1 + \tau_{\text{пов}})} \quad (2.43)$$

3. Чистое время работы за смену

$$T_{\text{р}} = n_{\text{тц}}^{\text{окр}} t_{\text{р.ц}} \quad (2.44)$$

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

$$T_{\text{х}} = \tau_{\text{пов}} T_{\text{р}} \quad (2.45)$$

Время движения (ч) по дорогам

$$T_{\text{д}} = T_{\text{пер}} + T_{\text{пшк}} \quad (2.46)$$

Время остановок (ч) с работающим двигателем за смену

$$T_{\text{о}} = T_{\text{см}}^{\phi} - (T_{\text{р}} + T_{\text{х}} + T_{\text{д}}) \quad (2.47)$$

Коэффициент использования времени смены рассчитывается по формуле

$$\tau_{\text{см}} = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{см}}^{\phi}} \quad (2.48)$$

2.6. Техничко-экономические характеристики машинно-тракторного агрегата

Часовая техническая (га/ч) и сменная техническая (га/см) производительности агрегата определяются по формулам:

$$W_{\text{ч}} = 0,1 \nu_{\text{р}} B_{\text{р}} \tau_{\text{см}}; \quad W_{\text{ч}} = W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{см}}^{\phi} \quad (2.49)$$

Расход топлива за нормосмену (кг/см) рассчитывается по зависимости

$$\theta_{\text{см}} = G_{\text{р}} T_{\text{р}} + G_{\text{х}} T_{\text{х}} + G_{\text{д}} T_{\text{д}} + G_{\text{о}} T_{\text{о}} \quad (2.50)$$

Расход топлива (кг/га) на единицу объема работ

$$\theta_{\text{га}} = \theta_{\text{см}} / W_{\text{см}} \quad (2.51)$$

Затраты труда на единицу объема работ:
прямые

$$Z_{\text{тр}}^{\text{пр}} = \frac{n_{\text{м}}}{W_{\text{ч}}}; \quad (2.52)$$

общие

$$Z_{\text{тр}}^{\text{общ}} = \frac{n_{\text{м}} + n_{\text{вр}}}{W_{\text{ч}}}, \quad (2.53)$$

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

2.7. Порядок подготовки машинно-тракторного агрегата для ухода за посевами (посадками)

1. Установить колену трактора, указанную в руководстве по эксплуатации.
2. Проверить и отрегулировать давления в шинах трактора и рабочей машины.
3. Переналадить навесное устройство трактора согласно требованиям к агрегатированию рабочей машины.
4. Подключить выходы гидросистемы трактора к гидросистеме рабочей машины, запитать электрооборудование рабочей машины от бортовой сети трактора через разъемы.
5. Подключить ВОМ трактора и установить заданную частоту его вращения (при необходимости).
6. Проверить работу гидросистемы, привода ВОМ вхолостую.
7. Выполнить технологические настройки рабочей машины:
 - при необходимости установить ширину междурядий и расставить рабочие органы (на опрыскивателях это наконечники, которые должны быть оборудованы необходимым типом распылителей и расставлены с заданным шагом по штангам) в соответствии с руководством по эксплуатации;
 - установить и проверить дозы внесения удобрений и рабочего раствора пестицидов, если внесение этих материалов предусмотрено технологической операцией;
 - установить глубину хода рабочих органов (междурядная обработка);
 - установить высоту штанг опрыскивателя;
 - настроить систему контроля доз внесения удобрений и рабочего раствора пестицидов.

2.8. Краткие рекомендации по подготовке поля к уходу за посевами (посадками)

2.8.1. Сплошная химобработка

1. Перед началом работы определяют необходимость проведения обработок, устанавливают численность вредителей и сорняков, убирают с поля посторонние предметы.

2. Разбивают поле на делянки (в случае одновременной работы нескольких агрегатов), определяют места заправки пестицидами. Направление движения при обработке поворотных полос определяется технологической колеей, образованной при посеве.

3. Устанавливают защитные полосы, которые исключают снос препарата на близлежащие культуры. Если ветер направлен в сторону посевов, чувствительных к пестицидам, обработку штанговыми опрыскивателями выполняют на расстоянии (в зависимости от вида пестицида и культуры) не менее 30 м.

4. Основной способ движения агрегата при опрыскивании – челночный с поворотами 180° на поворотных полосах.

5. Намечают линию первого прохода на расстоянии, равном половине ширины захвата агрегата от боковой стороны поля, если не была предусмотрена технологическая колея.

2.8.2. Комбинированная междурядная обработка

1. Выбирают направление движения и намечают линию первого прохода.

2. Разбивают поле на делянки (в случае одновременной работы нескольких агрегатов), определяют места заправки удобрениями и рабочими растворами пестицидов.

3. Основной способ движения агрегата при междурядной обработке – челночный с поворотами 180° на поворотных полосах.

4. На поворотных полосах отмечают положение мест загрузки культиваторов расходными материалами.

2.9. Работа машинно-тракторных агрегатов в поле при уходе за посевами и посадками

2.9.1. Сплошная химобработка

1. Заезжают в первую технологическую колею, включают насос и регулировочным краном устанавливают рабочее давление в напорной магистрали, контролируемое по манометру.

2. Во время рабочего хода агрегата убеждаются в нормальной работе насоса и истечении жидкости из распылителей. Опрыскивание проводят с постоянной рабочей скоростью на соответствующей передаче при постоянном положении рычага подачи топлива. Опрыскивание начинают с подветренной стороны. В процессе работы опрыскивателя следят за показаниями манометра, периодически контролируя его работу, за направлением и скоростью ветра, а также за тем, чтобы распыленная жидкость не сносилась за пределы ширины захвата машины.

3. Не реже одного раза в час проверяют истечение жидкости из распылителей и герметичность шлангов, соединений, сальников и кранов.

4. При развороте агрегата на поворотных полосах выключают насос.

5. Уровень жидкости при заправке резервуаров контролируют по уровнемеру.

6. Опрыскиватели заправляют рабочим раствором (водой) только за пределами поля, применяя для этого вспомогательные агрегаты с машинами типа МЖТ, РЖТ, РЖУ.

7. Отклонение от нормы внесения рабочего раствора проверяют 2...3 раза в смену. Равномерность обработки контролируют один раз в смену по наличию огрехов и пропусков.

8. По окончании работы промывают всю систему 2...3 раза водой с добавлением небольшого количества соды или стирального порошка.

2.9.2. Комбинированная междурядная обработка

1. Выводят агрегат на линию первого прохода. Заглубляют рабочие органы.

2. Первый проход агрегата выполняют вдоль края поля.

3. Проехав 40...50 м от поворотной полосы на выбранной передаче, окончательно регулируют машину, проверяют равномерность хода рабочих органов по ширине захвата и глубину обработки почвы.

4. Во время работы проверяют отсутствие огрехов в смежных проходах.

5. При забивании рабочих органов почвой и растительными остатками их следует периодически очищать чистиками при поворотах и переводе в транспортное положение.

6. При групповой работе агрегатов каждый агрегат обрабатывает свою часть поля.

7. Рабочие органы выключают в момент, когда последние рабочие органы культиватора пересекут внутреннюю границу поворотной полосы.

8. Поворачивают агрегат на рабочей передаче, а в случае необходимости используют пониженный скоростной режим двигателя.

9. Заглубляют рабочие органы, когда они подойдут к внутренней границе поворотной полосы.

10. При заправке агрегатов на поворотных полосах следят за тем, чтобы не было просыпания удобрений или проливания рабочего раствора пестицидов.

11. При междурядной механической обработке с одновременной подкормкой либо обработкой рабочими растворами пестицидов периодически следят за нормальным функционированием систем внесения удобрений и подачи рабочего раствора [5].

2.10. Контроль и оценка качества выполнения работ по уходу за сельскохозяйственными культурами

Текущий контроль качества работы агрегатов осуществляется при первых проходах агрегата, а также периодически в течение всей смены на одном поле и при переезде на другой участок поля.

2.10.1. Контроль и оценка качества опрыскивания

1. **Контроль и оценка качества работы агрегата при внесении рабочих растворов пестицидов** производятся на основе определения двух основных показателей: отклонения от заданной дозы внесения и равномерности обработки посевов.

2. Для определения фактической дозы внесения рабочего раствора измеряют путь агрегата до полного опорожнения бака (вылива заданного количества раствора) и определяют дозу U_{ϕ} внесения рабочего раствора (л/га):

$$U_{\phi} = \frac{10^4 G_{\phi}}{B_p L_{\text{контр}}}, \quad (2.54)$$

где G_{ϕ} – объем бака или контрольный объем заливаемого в бак рабочего раствора, л;

$L_{\text{контр}}$ – путь, пройденный агрегатом до полного опорожнения бака, м.

Затем рассчитывают отклонение фактической дозы внесения от заданной:

$$\Delta U = \frac{U_{\text{ф}} - U_{\text{в}}}{U_{\text{в}}} 100. \quad (2.55)$$

При несоответствии фактической дозы заданной более чем на 15 % корректируют минутный расход через все распылители штанги опрыскивателя, изменяя давление в напорной магистрали. Расход изменяется пропорционально квадратному корню от величины давления подаваемой жидкости.

3. Равномерность обработки посевов определяют замером площади необработанных участков поля, учитывая также и поворотные полосы.

4. На основании произведенных замеров определяют коэффициент качества выполненной работы по табл. 2.4. Результаты заносят в учетный лист тракториста.

5. При пропусках и отклонениях от норм внесения более 15 % работу бракуют.

Кроме инструментального метода, может использоваться лабораторно-инструментальный [3], при котором оценивают **качество работы опрыскивателя** с использованием следующих показателей:

- дисперсность распыла;
- неравномерность распределения препарата по ярусам и зонам стеблей;
- неравномерность перемешивания раствора;
- густота покрытия.

В качестве рабочей жидкости используется 1,5%-ный раствор нигрозина.

В практике минимально допустимой густотой покрытия при опрыскивании полевых культур считается 20 капель на 1 см².

Густоту покрытия оценивают по четырехбалльной системе. При оседании более 70 капель/см² выставляется 5 баллов, 70...40 капель/см² – 4 балла, 40...20 капель/см² – 3 балла, менее 20 капель/см² – 2 балла. Залитые и необработанные (пустые) участки не оценивают.

Густоту покрытия и дисперсность распыла определяют с помощью карточек из мелованной бумаги размером 50×70 мм или предметных стекол (при раскладке на поверхности поля), обработанных 2%-ным раствором парафина в толуоле (ортоксилоле) для уменьшения растекания улавливающих капель. Учетные карточки развешивают на растении по определенной схеме в зависимости от культуры с тем, чтобы охватить ими весь объем или поверхность. Неравномерность распределения препарата определяется по распределению его по верху и низу листьев (по ярусам и зонам кроны) и распределению препарата по растению (дереву) в целом.

Таблица 2.4. Контроль качества сплошной химобработки посевов (посадок)

Контролируемый признак	Норма	Отклонение	Методы оценки качества	Коэф. качества
Норма расхода рабочего раствора, л/га (кг/га)	По заданию агронома	Нет ±5 % ±10 %	Для определения фактической дозы внесения рабочего раствора U_{ϕ} (л/га) измеряют путь агрегата до полного опорожнения бака (вылива заданного количества раствора), а затем рассчитывают U_{ϕ} по формуле (2.54) Отклонение фактической дозы внесения от нормы расхода рабочего раствора $U_{в}$ определяется по зависимости $\Delta U = \frac{U_{\phi} - U_{в}}{U_{в}} 100$	1,0 0,9 0,8
Равномерность обработки	Равномерная обработка	Нет огрехов Допущены огрехи до 3 %	Равномерность обработки посевов определяют замером площади необработанных участков поля, учитывая также и поворотные полосы	1,0 0,8
Уничтожение сорных растений, %	Не менее 80 %	В норме Не менее 70 % Не менее 60 %	Контрольное обследование проводят через две недели. По диагонали поля в рамке 50×50 см (0,25 м ²) подсчитывают неуничтоженные сорные растения. На площади до 50 га рамка накладывается в 10 местах, от 50 до 100 га – в 15, более 100 га – в 20 местах	1,0 0,9 0,8
Уничтожение вредителей, %	Не менее 90 %	В норме Не менее 80 % Не менее 70 %	Контрольное обследование проводят через 3...5 дней. Для учета летающих насекомых делают 10 взмахов энтомологическим сачком в 10 местах поля, для ползающих – подсчитывают их количество на 10 растениях в 10 местах поля. Сравнивают количество вредителей до и после обработки	1,0 0,9 0,8

Разбивка карточек по группам густоты проводится с помощью микроскопа с большим увеличением. Залитые и пустые карточки не анализируются.

Неравномерность перемешивания раствора пестицида определяют путем взятия проб (в миллилитрах) через 1...2 мин после начала работы мешалки, определения концентрации в пробах и нахождения средней концентрации раствора. Затем сравнивают среднюю концентрацию с исходной. Расхождение не должно превышать 5 %.

Качество опрыскивания оценивают по показателям биологической эффективности, которую определяют через 1...5 сут в зависимости от вида вредителя, болезни или сорняков.

2.10.2. Контроль и оценка качества подкормки твердыми минеральными удобрениями

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 МС2717 в три этапа:

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

При невозможности использования комплекта МС2717 пользуются противнями (рис. 2.7). Внутренние размеры противней: длина – 500 мм, ширина – 500 мм, высота 50 мм (площадь 0,25 м²); изготавливаются они из стального листа (Ст3) толщиной 0,5...0,7 мм.

Насыпную плотность удобрений определяют весовым методом.

Для этого необходимо насыпать удобрения в емкость известного объема V , например 1 л (1000 см³), определить массу m (г) удобрений, поместившуюся в заданном объеме, путем взвешивания и рассчитать насыпную плотность (г/см³) по формуле

$$\rho = m / V. \quad (2.56)$$

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

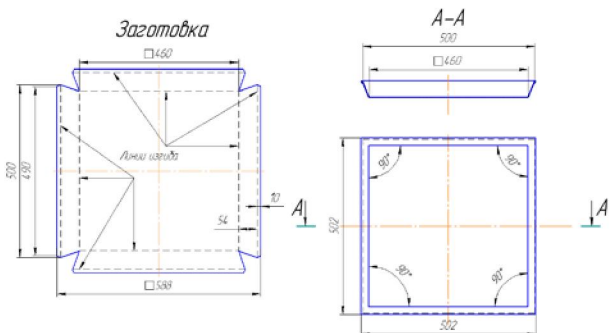


Рис. 2.7. Чертежи заготовки и противня

Порядок работы при оценке качества внесения удобрений и сборе проб подробно описан в источнике [3] и заключается в следующем.

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

- контрольный участок должен быть ровным (геодезический уклон не более 5 %);
- участок должен быть незаболоченным;
- высота растительности не более 5 см.

При отсутствии ветрозащитного ограждения на испытательной площадке скорость ветра не должна превышать 3 м/с.

Внесение удобрений должно проводиться при отсутствии атмосферных осадков.

Поддоны, входящие в комплект МС2717 (размер 0,5×0,5 м), соединяются растяжками и располагаются в ряд на поверхности участка перпендикулярно предполагаемому направлению прохода агрегата (рис. 2.8). Длина ряда должна быть не меньше принятой ширины внесения. Крайние растяжки натягиваются и закрепляются штырями.

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

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.

Включается привод рабочих органов машины, 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.

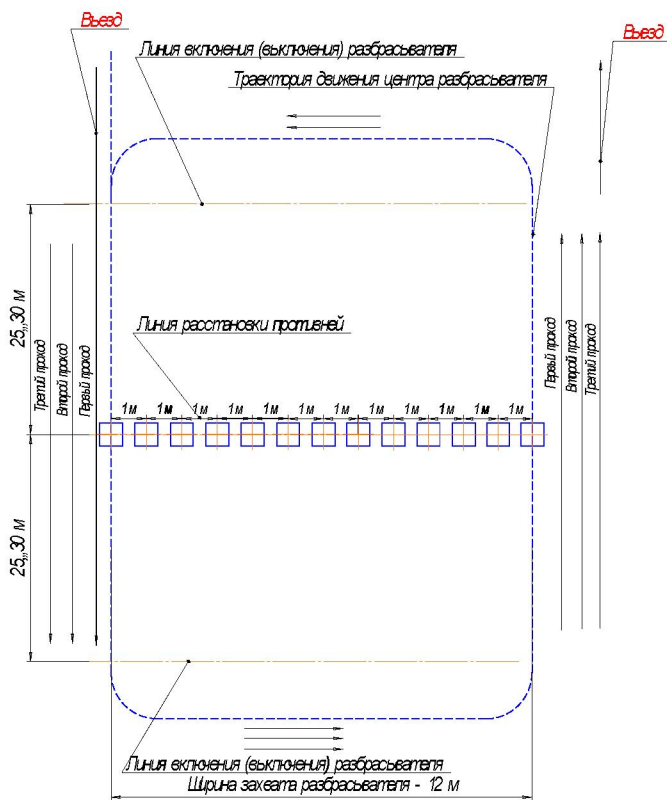


Рис. 2.8. Схема расстановки поддонов и траектории движения агрегата при внесении минеральных удобрений на контрольном участке

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 V_i (см³) во втором, третьем поддонах и т. д., после чего путем расчета осуществляется переход от объемных единиц измерения к массовым (г):

$$q_i = \rho V_{i_3} \quad (2.57)$$

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 в себя:

– определение среднего значения массы удобрений в поддонах с использованием формулы

$$q_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n}, \quad (2.58)$$

где n – количество поддонов;

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

$$\Delta q_i = q_i - q_{\text{ср}}; \quad (2.59)$$

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

$$\Delta q_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n |\Delta q_i|}{n}; \quad \alpha = \frac{\Delta q_{\text{ср}}}{q_{\text{ср}}} 100; \quad (2.60)$$

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

$$U_{\phi} = \frac{10 q_{\text{ср}} n}{B_p S_{\text{п}} k}, \quad (2.61)$$

где B_p – ширина разбрасывания, м;

$S_{\text{п}}$ – 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 МС2717 [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. 2.9).

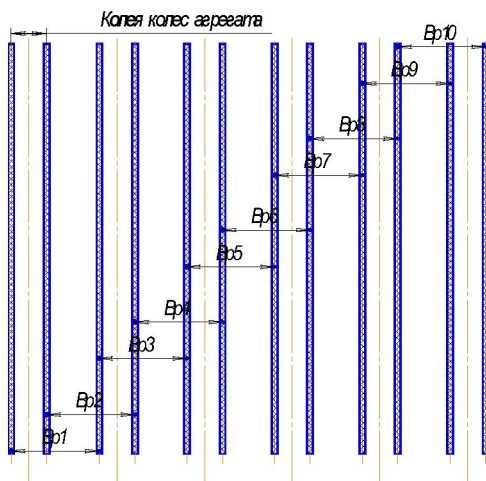


Рис. 2.9. Схема замеров при определении фактической ширины захвата

Далее определяют среднее фактическое расстояние между смежными проходами и величину относительного отклонения (в процентах) среднего расстояния между смежными проходами от заданного. При работе машин по технологической колее расстояние между смежными проходами не измеряют, а этот показатель исключают из контроля качества.

Оценку качества внесения твердых минеральных удобрений в подкормку дают по результатам произведенного контроля, пользуясь данными табл. 2.5 и 2.6.

Таблица 2.5. Оценка качества внесения твердых минеральных удобрений в подкормку центробежными распределителями

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

*При движении агрегата по технологической колее не определяется.

Таблица 2.6. Оценка качества внесения твердых минеральных удобрений штанговыми распределителями

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

*При движении агрегата по технологической колее не определяется.

2.10.3. Контроль и оценка качества подкормки жидкими минеральными удобрениями

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

$$B_p = h \cdot n, \quad (2.62)$$

где h – шаг расстановки распылителей, м;

n – количество распылителей.

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

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

$$B_{\text{общ}} = h(n - 1) + b, \quad (2.63)$$

где b – ширина распыла распылителя, м.

Рассчитать ширину распыла распылителя можно по зависимости

$$b = 2H \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (2.64)$$

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

α – угол факела распыла распылителя, град.

Общую ширину внесения другими типами рабочих органов (например, разливного 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.

Неравномерность распределения удобрений 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 сто-

рону, 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 $0,5 \times 0,5 \times 0,05$ м. По следу колес противни (подставки) не устанавливают. Массу удобрений 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. 2.10.

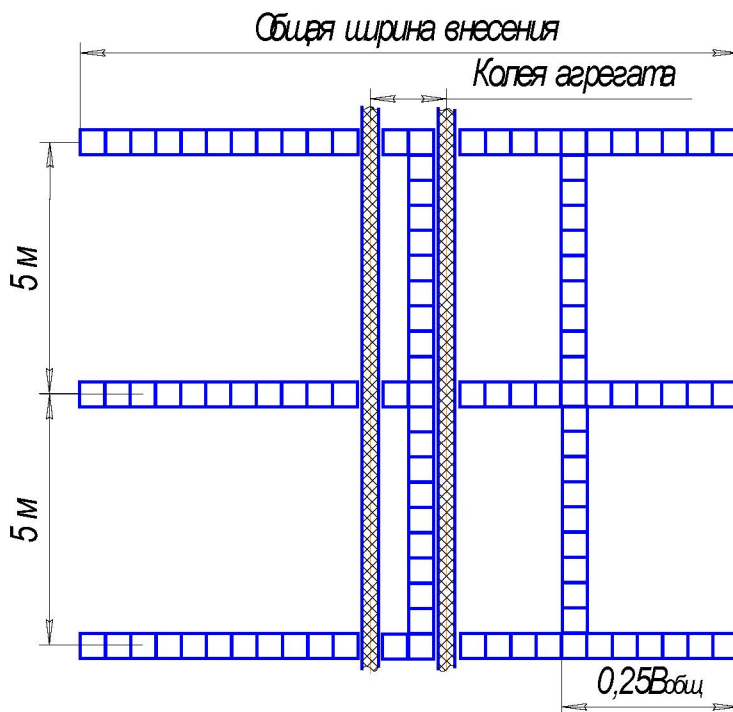


Рис. 2.10. Схема расстановки противней (подставок) при определении качества работы машины

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

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

Во время отбора проб шланги перемещают с помощью 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 заготовить фильтровальную бумагу размером $0,5 \times 0,5$ м. Бумага должна быть пронумерована по повторностям и до взвешивания храниться при комнатной температуре не менее 48 часов. 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 делянке, а также на контрольные противни (подставки) раскладывают фильтровальную бумагу (улавливающие поверхности). Агрегат при установившемся режиме работы проходит по опытной делянке. При этом фиксируют

рабочую скорость движения, рабочее давление в коммуникации, скорость и направление ветра.

Количество осевших удобрений 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 с таким расчетом, чтобы продолжительность сбора одной повторности ряда не превышала двух минут. Собранные из 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 осевших удобрений продолжительность сбора улавливающих поверхностей, их герметизация не влияют на величину определяемых показателей.

Весовой метод определения количества осевших жидких минеральных удобрений заключается в определении разности массы 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 осевших удобрений 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 удобрений в зависимости от содержания в них P_2O_5 . 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 необходимо перемешать и через 15 мин колориметрировать относительно раствора сравнения (вода 20 мл + реактив 25 мл + вода 55 мл). Измерения проводят при длине волны 450 нм в кюветах 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 содержащееся в образцовых растворах количество удобрений 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) раствор 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 см^2 , помещают в литровые стаканы, заливают дистиллированной водой, перемешивают стеклянной палочкой и оставляют на 3 ч. Перемешивание повторяют через 1,5 ч, 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 P_2O_5 до 100 кг/га для смыва удобрения с улавливающих поверхностей расходуют 500 мл дистиллированной воды. С увеличением дозы внесения P_2O_5 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 удобрения на соответствующих улавливающих поверхностях после наложения от условных смежных проходов.

В результате обработки данных вычисляют среднее значение, стандартное отклонение и коэффициент вариации масс удобрения с противней, уложенных по ширине внесения. Вычисления проводят по формулам (2.58), (2.59), (2.60).

Неравномерность распределения удобрений по ширине внесения характеризуется коэффициентом вариации α .

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

– замерить время заполнения тарированной емкости вместимостью 1 л раствором из каждого распылителя;

– определить искомую неравномерность по формуле

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

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 удобрений по ходу движения машины для поверхностного внесения штанговыми рабочими органами определяют по значениям масс удобрений с противней, уложенных по ходу движения машины. Вычисления проводят по формулам (2.58), (2.59), (2.60).

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 удобрений 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 (2.58), в которой за n принимается число распылителей (жиклеров) на штанге;

2) вычисляют максимальное Δ_p^{max} (%) и минимальное Δ_p^{min} (%) отклонения расхода удобрения от среднего значения расхода по формулам:

$$\Delta_p^{\text{max}} = \frac{q_{\text{max}} - q}{q} 100; \quad \Delta_p^{\text{min}} = \frac{q_{\text{min}} - q}{q} 100,$$

где q_{max} и q_{min} – соответственно максимальное и минимальное значения 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 обеспечи-

вается предельно допустимая неравномерность по агротребованиям, при этом перекрытие должно производиться не более чем до половины общей ширины захвата.

Если после расчета неравномерности распределения удобрений 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.

Глубину и неравномерность хода рабочих органов при внутрипочвенном внесении удобрений в полевых условиях определяют по трем рабочим органам (двум крайним и одному среднему) измерением в десяти точках при одном проходе агрегата.

Измерения проводят путем погружения стальной линейки-щупа в борозду до необработанного слоя в направлении, перпендикулярном оси движения агрегата. Повторность трехкратная.

Результаты измерений записывают в ведомость. Оценку качества внесения ведут по показателям и нормативам табл. 2.7, 2.8.

Таблица 2.7. Оценка качества поверхностного внесения жидких минеральных удобрений машинами со штанговыми рабочими органами

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

Таблица 2.8. Оценка качества внутрисочвеного внесения жидких минеральных удобрений

Показатель	Градация нормативов	Коэффициент качества
Отклонение от заданной нормы внесения, %	До $\pm 5,0$	1,0
	$\pm 5,1 \dots \pm 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots \pm 10,0$	0,8
	Более $\pm 15,0$	0,0
Неравномерность распределения удобрений по ширине захвата, %	До 5,0	1,0
	5,1...7,0	0,9
	7,1...10,0	0,8
	Более 10,1	0,0
Отклонение расстояния между смежными проходами от заданного, %	До $\pm 5,0$	1,0
	$\pm 5,1 \dots \pm 7,0$	0,9
	$\pm 7,1 \dots \pm 10,0$	0,8
	Более $\pm 10,0$	0,0
Отклонение от заданной глубины внесения удобрений, см	До $\pm 1,0$	1,0
	$\pm 1,1 \dots \pm 1,5$	0,9
	$\pm 1,6 \dots \pm 2,0$	0,8
	Более $\pm 2,0$	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.

2.10.4. Контроль и оценка качества сплошного боронования посевов

Оценку качества сплошного боронования посевов ведут по следующим показателям, для определения которых используется инструментальный метод:

- толщина неразрушенного слоя почвы над семенами при довсходовом бороновании;
- глубина обработки почвы при послеवсходовом бороновании;
- уничтожение сорняков (до- и послевсходовое боронование);
- повреждение и присыпание растений при послевсходовом бороновании.

Оценка качества производится по показателям и нормативам табл. 2.9.

Таблица 2.9. Контроль качества сплошного боронования посевов

Контролируемый признак	Норма	Отклонение	Методы оценки качества	Коэффициент качества
Толщина неразрыхленного слоя почвы над семенами (довсходовое боронование), см	По заданию агронома	Нет До $\pm 1,0$ $\pm 1,1 \dots \pm 1,5$	По диагонали обработанного участка над 20...30 рядками семян смещают в сторону разрыхленный слой почвы, измеряют глубину неразрыхленного слоя над 4...5 семенами и определяют среднее значение показателя	1,0 0,9 0,8
Глубина обработки почвы (после всходов боронование), см	По заданию агронома	Нет До ± 1 $\pm 1,1 \dots \pm 2,0$	По диагонали поля в 5...10 местах выполняют замер толщины разрыхленного слоя. Определяют среднее значение показателя с учетом поправки на вспушенность (полученный результат умножают на 0,9)	1,0 0,9 0,8
Повреждение и присыпание культурных растений (после всходов боронование), %	До 5 %	Нет 6...8 % 9...10 %	По диагонали поля в рамке 50x50 см (0,25 м ²) подсчитывают поврежденные и присыпанные растения, а также общее количество растений. Рассчитывают их процентное соотношение. На площади до 50 га рамка накладывается в 10 местах, от 50 до 100 га – в 15, более 100 га – в 20 местах.	1,0 0,9 0,8
Уничтожение сорных растений, %	Не менее 80 %	В норме 70...79 % 60...69 %	По диагонали поля в рамке 50x50 см (0,25 м ²) подсчитывают общее количество сорняков и подрезанные сорные растения. Рассчитывают их процентное соотношение	1,0 0,9 0,8
Равномерность обработки	Равномерная обработка	Нет огрехов Допущены огрехи до 3 %	Равномерность обработки посевов определяют замером площади необработанных участков поля, учитывая также и поворотные полосы	1,0 0,8

2.10.5. Контроль и оценка качества междурядной механической обработки (кроме культур, возделываемых по гребневым технологиям)

Оценку качества междурядной обработки почвы ведут по следующим показателям, для определения которых используется инструментальный метод:

- глубина обработки почвы в междурядах;
- ширина защитной зоны;
- уничтожение сорняков;
- повреждение и присыпание растений.

Оценка качества производится по показателям и нормативам табл. 2.10.

2.10.6. Контроль и оценка качества междурядной механической обработки для культур, возделываемых по гребневым технологиям

В сельскохозяйственных предприятиях по гребневой технологии в основном возделывается картофель, некоторые овощные культуры, иногда кукуруза.

Покажем оценку качества выполнения операций междурядной обработки почвы на примере безгербицидной гребневой технологии возделывания картофеля.

Согласно данной технологии при уходе за посадками картофеля производятся следующие технологические операции междурядной обработки почвы:

- довсходовое рыхление междурядий с боронованием специальными боронами (входят в оборудование междурядных культиваторов);
- послевсходовое рыхление междурядий;
- окучивание (первое и второе).

Оценка качества производится по показателям и нормативам табл. 2.10.

Если междурядная механическая обработка осуществляется в комбинации с другими операциями (подкормка твердыми и жидкими минеральными удобрениями, обработка защитных зон рабочими растворами гербицидов, сплошная химзащита против вредителей и болезней), то оценка качества ведется по каждой операции с последующим определением среднего коэффициента качества.

Таблица 2.10. Контроль качества междурядного рыхления почвы

Контролируемый признак	Норма	Отклонение	Методы оценки качества	Коэффициент качества
1	2	3	4	5
Довсходовая обработка				
Глубина обработки почвы, см	14...16	Нет До $\pm 2,0$ $\pm 2,1... \pm 3,0$	По диагонали обработанного участка в 5...10 местах в междурядьях, по количеству соответствующих ширине захвата междурядного культиватора, выполняют замер толщины разрыхленного слоя. Определяют среднее значение показателя с учетом поправки на вспушенность (полученный результат умножают на 0,9)	1,0 0,9 0,8
Защитная зона с одной стороны ряда, см	10...12	Нет До $\pm 2,0$ $\pm 2,1... \pm 3,0$	По диагонали обработанного участка в 5...10 местах в междурядьях, по количеству соответствующих ширине захвата междурядного культиватора, выполняют замер ширины защитной зоны. Определяют среднее значение показателя и отклонение от заданного	1,0 0,9 0,8
Извлечение клубней из почвы, %	Без извлечения	Нет До 2,0 % 2,1...3,0 %	По диагонали обработанного участка в 3 местах на контрольной длине в одном ряду подсчитывают количество извлеченных из почвы клубней. Определяют среднее значение показателя и процентное отношение его к заданной густоте посадки. Значение контрольной длины ряда составляет: 14,3 м – при междурядьях 70 см 13,3 м – при междурядьях 75 см 11,1 м – при междурядьях 90 см	1,0 0,9 0,8
Остаточная засоренность, шт. сорняков/м ²	До 5	В норме 6...10 11...15	Через 2...3 дня после обработки подсчитывают количество оставленных сорняков на площадке в 0,5 м ² (рамка 0,7×0,7 м). Количество мест контроля – 10 по диагонали участка	1,0 0,9 0,8

1	2	3	4	5
Послевсходовая обработка				
Глубина обработки почвы, см	8...12	Нет До $\pm 2,0$ $\pm 2,1... \pm 3,0$	По диагонали обработанного участка в 5...10 местах в междурядьях, по количеству соответствующих ширине захвата междурядного культиватора, выполняют замер толщины разрыхленного слоя. Определяют среднее значение показателя с учетом поправки на вспушенность (полученный результат умножают на 0,9)	1,0 0,9 0,8
Защитная зона с одной стороны рядка, см	12...14	Нет До $\pm 2,0$ $\pm 2,1... \pm 3,0$	По диагонали обработанного участка в 5...10 местах в междурядьях, по количеству соответствующих ширине захвата междурядного культиватора, выполняют замер ширины защитной зоны. Определяют среднее значение показателя и отклонение от заданного	1,0 0,9 0,8
Повреждение растений, %	До 0,5	Нет 0,6...1,0 % 1,1...2,0 %	Через 15...20 м по диагонали участка три раза определяют среднее значение количества растений на контрольной длине одного ряда. После прохода культиватора в тех же местах подсчитывают количество поврежденных растений. Определяют среднее значение, рассчитывают процентное соотношение	1,0 0,9 0,8
Окучивание				
Высота гребня, см	16...20	Нет До $\pm 2,0$ $\pm 2,1... \pm 3,0$	По диагонали обработанного участка в 5...10 местах в рядах, по количеству соответствующих ширине захвата междурядного культиватора, выполняют замер высоты гребня. Определяют среднее значение показателя с учетом поправки на вспушенность (полученный результат умножают на 0,9)	1,0 0,9 0,8
Защитная зона с одной стороны рядка, см	16...18	Нет До $\pm 2,0$ $\pm 2,1... \pm 3,0$	По диагонали обработанного участка в 5...10 местах в междурядьях, по количеству соответствующих ширине захвата междурядного культиватора, выполняют замер ширины защитной зоны. Определяют среднее значение показателя и отклонение от заданного	1,0 0,9 0,8

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы агротехнические требования к заданной операции ухода за посевами (по варианту задания)?
2. Как выбирается передача трактора и рассчитывается скорость движения при работе МТА на заданной операции?
3. Как производится согласование рассчитанной скорости движения с параметрами трансмиссии трактора при режиме ближнего транспорта?
4. Как определяются показатели загрузки двигателя трактора на различных режимах работы МТА?
5. Как определяется часовой расход топлива агрегатом на рабочем ходу и повороте (на примере выданного варианта)?
6. Почему принят тот или иной способ движения агрегата (на примере выданного варианта)?
7. Как определить вид поворота, совершаемого агрегатом на поворотной полосе при уходе за посевами?
8. Как организовано технологическое обслуживание на внесении удобрений (охарактеризовать на примере выданного варианта)?
9. Изложите методику определения количественного состава механизированного звена (на примере выданного варианта).
10. На примере выполненного варианта укажите мероприятия по сокращению непроизводительных затрат времени при работе агрегатов в составе механизированного звена по уходу за посевами.
11. Как определить основные кинематические характеристики рабочего участка при уходе за посевами (на примере выданного варианта)?
12. Как определяется положение мест заправки агрегатов расходными материалами технологического назначения (удобрениями, пестицидами)? Ответ поясните собственными иллюстрациями.
13. Поясните на примере выполненных расчетов, каким образом осуществить вождение агрегата без огрехов и пропусков.
14. Поясните подробно схему подготовки участка к работе.
15. Обоснуйте выбор способа обработки поворотных полос и поясните соответствующую схему.
16. Как определить часовую и сменную технические производительности агрегатов при уходе за посевами?
17. Как определить гектарный расход топлива при уходе за посевами?
18. Как определить затраты труда при уходе за посевами?

19. Обоснуйте несколько мероприятий по повышению производительности МТА.

20. Обоснуйте несколько мероприятий по снижению затрат труда.

21. Обоснуйте несколько мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов.

22. Как определяются показатели качества посева (посадки) культуры, соответствующей вашему варианту?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническое обеспечение земледелия: учеб. пособие / А. В. Новиков [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2006. – 384 с.
2. Улахович, А. Е. Кинематические характеристики машинно-тракторных агрегатов и рабочих участков: метод. указания / А. Е. Улахович, Г. А. Валоженич, О. В. Гордеенко. – Горки, 2016. – 47 с.
3. Сергеев, В. С. Технология механизированных работ в растениеводстве: учеб. пособие / В. С. Сергеев, Г. А. Валоженич, А. Е. Улахович. – Минск: Экоперспектива, 2009. – 120 с.
4. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 288 с.
5. Технологии и машины для посадки картофеля и междурядной обработки пропашных культур: практ. пособие / В. Р. Петровец [и др.]. – Горки, 2012. – 44 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	
Состав агрегата для ухода за посевами (посадками)	БЕЛАРУС-82.1 + «Мекосан-2000-12»	БЕЛАРУС-920.3 + «Мекосан-2000-18»	БЕЛАРУС-892 + «Мекосан-2500-18»	БЕЛАРУС-952.3 + «Мекосан-2500-24»	БЕЛАРУС-1025.2 + «Мекосан Technoma Galaxy 2418»	
Грузовместимость основного бака, т	2,0	2,0	2,5	2,5	2,4	
Кинематическая длина рабочей машины, м	5,9	6,4	6,8	6,8	5,7	
Способ агрегатирования	П/приц.	П/приц.	П/приц.	П/приц.	П/приц.	
Масса рабочей машины, кг	1330	1410	1660	1830	2200	
Мощность на привод рабочих органов, кВт	8,8	9,1	10,5	11,9	12,3	
Ширина захвата рабочая, м	12	18	18	24	18	
Шаг технологической колеи при посевах, м	12	18	18	24	18	
Дополнительные сведения	Обработка посевов зерновых	Подкормка зерновых КАС	Обработка посевов зерновых	Обработка посевов зерновых	Обработка посевов зерновых	
Транспортно-загрузочный агрегат	БЕЛАРУС-820 + МЖТ-Ф-6	БЕЛАРУС-820 + МЖТ-Ф-6	БЕЛАРУС-1221.3 + МЖТ-Ф-11	БЕЛАРУС-1221.3 + МЖТ-Ф-11	БЕЛАРУС-1221.3 + МЖТ-Ф-11	
Максимальная грузоподъемность, т	6	6	11	11	11	
Скорость, км/ч: с грузом	18	12	16	18	16	
без груза	20	15	18	20	18	
Условия выполнения операции						
Размер рабочего участка, м:						
длина	1330	990	1100	1230	1420	
ширина	900	750	620	680	930	
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 рабочего раствора, т/га	1**	0,25	0,40	0,24	0,25	0,22
	2	0,10	0,30	0,12	0,22	0,16
	3	0,20	0,24	0,16	0,17	0,15
	4	0,25	0,21	0,20	0,19	0,23
Средний уклон, %	3	3,3	2	4	3	

Продолжение прил. А

Вариант	6	7	8	9	10	
Состав агрегата для ухода за посевами (посадками)	БЕЛАРУС-82.1 + КРН-5,6А	БЕЛАРУС-970.3 + КРН-5,6А + ОД-680	БЕЛАРУС-892 + УСМК-5,4	БЕЛАРУС-952.3 + КРН-4,2 + ОД-680	БЕЛАРУС-1025.2 + УСМК-5,4 + АВПУ-12	
Грузовместимость технологических емкостей, т: для удобрений рабочего раствора пестицидов	480 –	480 650	360 –	360 650	360 500	
Масса, кг: рабочей машины приспособления (оборудования)	1300 –	1300 500	1500 –	1040 500	1500 430	
Кинематическая длина рабочей машины, м	1,59	1,59	2,0	1,59	2,0	
Способ агрегатирования	Навес.	Навес.	Навес.	Навес.	Навес.	
Удельное тяговое сопротивление при скорости 5 км/ч, кН/м	1,35	1,80	1,25	1,40	1,65	
Темп роста удельного тягового сопротивления, %	3	4	3	3	4	
Мощность на привод рабочих органов, кВт	–	8,3	–	8,3	7,2	
Ширина захвата рабочая, м	5,6	5,6	5,4	4,2	5,4	
Дополнительные сведения	Рыхление между-рядий кукурузы с подкормкой	Рыхление между-рядий кукурузы с подкормкой и гербицидной обработкой	Рыхление между-рядий сахарной свеклы с подкормкой	Рыхление между-рядий кукурузы с гербицидной обработкой	Рыхление между-рядий сахарной свеклы с подкормкой и гербицидной обработкой	
Транспортно-загрузочный агрегат	Загрузка полу-механи-зирован-ная	ГАЗ-3302 + АЦА-1,3	Загруз-ка вруч-ную	БЕЛА-РУС-820 + РЖТ-4МТ	БЕЛА-РУС-820 + ВГ-1500	
Максимальная грузоемкость, т	–	1,3	–	4	1,5	
Скорость, км/ч: с грузом без груза	– –	30 40	– –	16 18	14 18	
Условия выполнения операции						
Размер рабочего участка, м: длина ширина		550 350	850 450	750 450	950 550	450 335
Расстояние транспорти-ровки, км	1*	3	8	6	12	7
	2	2	6	7	5	12
	3	6	5	8	4	10
	4	8	9	11	3	11
Доза внесения минераль-ных удобрений, т/га	1**	0,22	0,14	0,24	0,21	0,22
	2	0,11	0,18	0,12	0,24	0,16
	3	0,24	0,24	0,16	0,17	0,15
	4	0,18	0,21	0,20	0,190	0,23
Доза внесения рабочего раствора пестицидов, т/га		–	0,13	–	0,15	0,10
Средний уклон, %		2	3	4	3	2

Вариант		11	12	13	14	15
Состав посевного (посадочного) агрегата		БЕЛАРУС-82.1 + «Мексан-650-12»	БЕЛАРУС-920.3 + RALL-600HM	БЕЛАРУС-892 + RALL-800HM	БЕЛАРУС-952.3 + RALL-800HM	БЕЛАРУС-1025.2 + RALL-2000П
Грузовместимость основного бака, т		0,65	0,60	0,80	0,80	2,20
Кинематическая длина агрегата, м		2,3	2,6	2,9	2,9	5,1
Способ агрегатирования		Навес.	Навес.	Навес.	Навес.	П/приц.
Ширина захвата рабочая, м		11,2	11,2	16,2	16,8	16,8
Дополнительные сведения		Обработка посадок картофеля	Обработка посадок картофеля	Обработка посевов сахарной свеклы	Обработка посевов кукурузы	Обработка посевов кукурузы
Транспортно-загрузочный агрегат		ГАЗ-3302 + АЦА-1,3	ГАЗ-3302 + АЦА-1,3	БЕЛАРУС-820 + ВГ-1500	БЕЛАРУС-820 + РЖУ-3,6	БЕЛАРУС-820 + РЖТ-4МТ
Максимальная грузоподъемность, т		1,3	1,3	1,6	3,6	4,5
Скорость, км/ч:						
с грузом		28	30	32	12	16
без груза		28	30	32	16	18
Условия выполнения операции						
Размер рабочего участка, м:						
длина		1160	1200	1000	960	880
ширина		300	400	670	800	560
Расстояние транспортировки, км	1*	4	8	5	11	8
	2	6	6	8	6	13
	3	5	3	10	7	9
	4	8	9	12	10	12
Доза внесения рабочего раствора, т/га	1**	0,14	0,18	0,22	0,33	0,35
	2	0,18	0,24	0,11	0,24	0,22
	3	0,12	0,15	0,24	0,12	0,38
	4	0,16	0,23	0,17	0,16	0,26
Средний уклон, %		3	4	3	2	2

*Номер подварианта по расстоянию транспортировки.

**Номер подварианта по дозе внесения рабочего раствора.

Примечание. Задание выдается с подвариантами в виде, например, 1-1-1, что означает первый вариант с расстоянием транспортировки по подварианту 1 (14 км) и с дозой внесения рабочего раствора по подварианту 1 (0,22 т/га).

Перечень технологических операций по уходу за сельскохозяйственными культурами

Наименование технологической операции	Цель технологической операции	Примеры выполнения технологической операции
1	2	3
<p>БОРОНОВАНИЕ ПОСЕВОВ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уничтожение почвенной корки для уменьшения испарения влаги и создания оптимального влаговоздушного режима в период до всходов 2. Уничтожение сорняков 3. Обеспечение доступа воздуха в корневую зону для нормального развития после всходов 4. Заделка минеральных удобрений и вычесывание отмерших частей растений после подкормки (озимые, травы междурядно) 5. Аэрация дернины на посевах многолетних трав 6. Равномерное распределение продуктов жизнедеятельности животных на пастбищах 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Послевсходовое боронование посевов кукурузы</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Послевсходовое боронование посевов сахарной свеклы</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>Подкормка посевов зерновых с боронованием</p> </div>

1	2	3
<p>ПРИКАТЫВАНИЕ ПОСЕВОВ</p>	<p>Обеспечение контакта семян с почвой</p>	<div data-bbox="853 232 1104 359" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1198 281 1337 329">Прикатывание посевов трав</p> <div data-bbox="853 384 1104 572" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1198 426 1350 497">Прикатывание посевов яровых зерновых</p>
<p>РЫХЛЕНИЕ МЕЖДУРЯДИЙ</p>	<p>1. Подрезание и вычесывание сорной растительности с соблюдением защитной зоны 2. Улучшение доступа воздуха в корневую зону</p>	<div data-bbox="853 577 1104 717" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1174 605 1342 676">Рыхление между- рядий сахарной свеклы</p> <div data-bbox="853 742 1104 878" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1174 773 1342 822">Рыхление между- рядий сои</p>

<p>РЫХЛЕНИЕ МЕЖДУРЯДИЙ С ОБРАБОТКОЙ ГЕРБИЦИДАМИ ЗАЩИТНЫХ ЗОН</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезание и вычесывание сорной растительности в междурядьях 2. Улучшение доступа воздуха в корневую зону 3. Уничтожение сорняков в защитных зонах 	 	<p>Рыхление междурядий кукурузы с гербицидной обработкой</p> <p>Рыхление междурядий сахарной свеклы с гербицидной обработкой</p>
<p>ПОДКОРМКА</p>	<p>Обеспечение оптимального режима питания растений в период вегетации (жидкие и твердые минеральные удобрения)</p>	 	<p>Подкормка посевов трав</p> <p>Подкормка посевов озимых зерновых</p>

1	2	3
<p>РЫХЛЕНИЕ МЕЖДУ- РЯДИЙ С ПОДКОРМ- КОЙ И ОБРАБОТКОЙ ГЕРБИЦИДАМИ ЗАЩИТНЫХ ЗОН</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезание и вычесывание сорной растительности 2. Улучшение доступа воздуха в корневую зону 3. Обеспечение оптимального режима питания растений в период вегетации (жидкие и твердые минеральные удобрения) 	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">  <p>Рыхление между- рядий сои с подкормкой</p>  <p>Рыхление между- рядий кукурузы с подкормкой и гербицидной обработкой</p> </div>
<p>ОКУЧИВАНИЕ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рыхление почвы в междурядьях 2. Присыпание почвы к нижней наземной части растений с образованием гребня (интенсификация развития и накопления урожая) 	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">  <p>Окучивание карто- феля (пассивный культиватор)</p>  <p>Окучивание карто- феля (фрезерный культиватор)</p> </div>

<p>ОПРЫСКИВАНИЕ (ОПЫЛИВАНИЕ)</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Борьба с вредителями и болезнями2. Внекорневая подкормка3. Десикация – предуборочное подсушивание растений, ускоряющее их созревание и облегчающее машинную уборку урожая4. Дефолиация – предуборочное удаление листьев с растений для облегчения механизированной уборки урожая		<p>Гербицидная обработка посевов зерновых (прицепной опрыскиватель)</p>
			<p>Дефолиация ботвы картофеля (самоходный опрыскиватель с воздушной поддержкой)</p>
			<p>Опрыскивание баковыми смесями (авиационный комплекс)</p>
			

Техническая характеристика тракторов

Показатель	Обозначение	Марка трактора				
		БЕЛАРУС-82.1	БЕЛАРУС-892	БЕЛАРУС-952.3	БЕЛАРУС-920.3	БЕЛАРУС-1025.2
Масса, кг: эксплуатационная	$m_{\text{тр}}$	4000	4150	4100	4300	4480
максимально допустимая		6300	7000	7000	7000	7000
Кинематическая длина*, м	$l_{\text{пр}}$	1,2/1,3	1,2/1,3	1,2/1,3	1,2/1,3	1,2/1,3
Минимальный радиус поворота, м	R_{min}	4,1	4,1	4,3	4,1	4,9
Шина задних колес, м	–	15,5R38	18,4R38	16,9R38	18,4R34	18,4R34
Радиус обода задних колес, м	r_o	0,483	0,483	0,483	0,432	0,432
Высота шины задних колес, м	$h_{\text{ш}}$	0,302	0,392	0,354	0,302	0,302
Марка двигателя	–	Д243С-404 Э	Д245.5-664	Д245.5S2	Д-245.43S2	Д-245
Номинальная мощность двигателя, кВт	$N_{\text{ен}}$	59,6	65,0	70,0	62,0	77,0
Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, мин ⁻¹	$n_{\text{н}}$	2200	1800	1800	1800	2200
Удельный расход топлива, г/кВт·ч	$g_{\text{ен}}$	226	217	220	229	236
Часовой расход топлива при номинальной мощности, кг/ч	$G_{\text{тн}}$	13,47	14,11	15,40	14,20	18,17
Часовой расход топлива при максимальных оборотах холостого хода, кг/ч	$G_{\text{хх}}$	3,37	3,53	3,85	3,55	4,54
Часовой расход топлива на остановках с работающим двигателем, кг/ч	$G_{\text{то}}$	1,18	1,23	1,35	1,24	1,59









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

Передаточные числа трансмиссий ($i_{тп}$) тракторов (передний ход)

БЕЛАРУС-82.1		БЕЛАРУС-892	БЕЛАРУС-952.3		БЕЛАРУС- 920.3	БЕЛАРУС-1025.2	
Передача	$i_{тп}$	$i_{тп}$	Передача	$i_{тп}$	$i_{тп}$	Передача	$i_{тп}$
1п	330,00	257,41	Iд1п	269,84	212,67	Iд1	282,20
1	241,90	188,69	Iд1	204,30	161,02	Iд2	235,20
2п	187,50	146,26	Iд2п	94,40	74,40	Iд3	193,40
2	142,00	110,76	Iд2	71,51	56,36	Iд4	159,90
3п	110,20	85,96	Iд3п	79,56	62,70	IIд1	145,50
3	83,50	65,13	Iд3	60,22	47,46	IIд2	130,20
4п	90,00	70,20	IIд1п	160,69	126,65	IIд3	107,00
4	68,00	53,04	IIд1	121,71	95,93	IIд4	88,50
5п	75,80	59,13	IIд2п	55,54	43,77	IIIд1	74,30
5	57,40	44,77	IIд2	42,06	33,15	IIIд2	60,40
6п	64,80	50,55	IIд3п	47,28	37,26	IIIд3	48,90
6	49,00	38,22	IIд3	35,53	28,00	IIIд4	41,10
7п	52,70	41,11	IIIд4п	25,26	19,91	IVд1	32,80
7	39,90	31,12	IIIд4	19,13	15,08	IVд2	26,70
8п	44,50	34,71				IVд3	21,90
8	33,70	26,29				IVд4	18,10
9п	24,69	19,26					
9	18,10	14,12					

Примечание. «Iд» – номер диапазона;
«I» – номер передачи;
«п» – включен понижающий редуктор.

Схемы поворотов МТА и расчет длины холостого заезда и ширины поворотной полосы при посеве

Вид поворота	Схема поворота	Расчетные формулы	
		Длина холостого заезда l_x	Ширина поворотной полосы E
Беспетлевой дугообразный		$(3, 2 \dots 4, 0)R + 2e$	$1, 1R + 0, 5d_k + e$
Беспетлевой с прямолинейным участком		$(1, 4 \dots 2, 0)R + 2e + x$	$1, 1R + 0, 5d_k + e$
Петлевой грушевидный		$(6, 6 \dots 8, 0)R + 2e$	$2, 8R + 0, 5d_k + e$
Петлевой восьмеркообразный		$(8 \dots 9)R + 2e$	$3R + 0, 5d_k + e$
Грибовидный с открытой петлей		$(4, 1 \dots 5, 0)R + 2e$	$1, 1R + 0, 5d_k + e$
Грибовидный с закрытой петлей		$(5, 0 \dots 5, 5)R + 2e$	$1, 1R + 0, 5d_k + e$
Петлевой грушевидный с боковым выездом		$(10 \dots 11)R + 2e$	$1, 1R + 0, 5d_k + e$
Петлевой восьмеркообразный с боковым выездом		$(12 \dots 13)R + 2e$	$1, 1R + 0, 5d_k + e$

Приложение Е

**Значения коэффициентов сопротивления качению колесных тракторов $f_{\text{тр}}$
и ходовых колес сельскохозяйственных машин $f_{\text{м}}$**

Условия движения	$f_{\text{тр}}$	$f_{\text{м}}$
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 папня	0,10...0,12	0,12...0,15
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 Ж

Рекомендуемый диапазон агротехнически допустимых скоростей при выполнении операций по уходу за сельскохозяйственными культурами

Наименование операции	Диапазон агротехнически допустимых скоростей, км/ч
Довсходовое боронование посевов	5...12
Послевсходовое боронование: пружинными боронами	6...10
сетчатыми боронами	4...8
Прикатывание почвы	6...12
Внесение минеральных удобрений в подкормку	6...12
Междурядная обработка	6...9
Опрыскивание посевов штанговыми опрыскивателями при ширине захвата, м: более 20	6...8
от 18 до 20	8...9
до 18	8...10