

Цель работы: овладение теоретическими знаниями и практическими навыками по проектированию операционной технологии посева и посадки сельскохозяйственных культур.

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 посеву (посадке), и законспектировать их в рабочей тетради.

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 с указанием вылета маркеров посевной (посадочной) машины. Конкретные значения вылета левого и правого маркеров обосновать расчетами по формулам, соответствующим выбранной схеме вождения агрегата (прил. Ж).

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 посеве (посадке) с указанием мест загрузки семенами (удобрениями), схему подготовки поля (разметки) к посеву (посадке), схемы разбивки поля и обработки поворотных полос. При применении для загрузки посевных агрегатов транспортно-загрузочных магистралей в пределах рабочей зоны участка их следует изобразить на схеме движе-

ния агрегата. При выполнении указанных схем следует пользоваться примерами, приведенными в методических указаниях [2], подразд. 2.3 и прил. И, К, Л.

9. Кратко обосновать, описать и вычертить в рабочей тетради схему образования постоянной технологической колес (применяется для ухода за посевами).

10. Определить оптимальный состав механизированного звена по посеву (посадке), построить график согласования работы основных и обслуживающих агрегатов в составе механизированного звена (подразд. 2.4, рис. 2.4).

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

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

13. Описать порядок подготовки машинно-тракторного агрегата к посеву (посадке).

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

15. Изучить методику оценки качества посева (посадки), привести в рабочей тетради таблицу контроля качества.

16. Оформить отчет о работе согласно содержанию.

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

2. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

2.1. Агротехнические требования к посеву и посадке

1. Основные агротехнические требования к посеву (посадке) семян сельскохозяйственных культур можно свести к следующему [4]:

- высев в агротехнические сроки оптимального количества семян на единицу площади поля;
- равномерное размещение их по площади;
- заделка на требуемую глубину;
- укладка на плотное ложе и укрытие влажной рыхлой почвой.

2. Норма высева в штуках или в пересчете на массу семян в килограммах на гектар, а также глубина заделки семян зависят от вида культуры, почвенно-климатических условий, технологии возделыва-

ния и устанавливаются агрономической службой для каждой зоны или для каждого хозяйства.

3. Допустимые отклонения от заданной нормы высева семян (удобреней), %: зерновых и зернобобовых ± 3 (± 10); свеклы ± 15 (± 7); кукурузы ± 2 (± 7); картофеля ± 5 (± 7).

4. Допустимые отклонения от заданной глубины заделки семян: зерновых, зернобобовых, свеклы, кукурузы ± 15 %, картофеля ± 2 см.

5. Отклонение ширины междурядий основных (стыковых) при посеве, см: зерновых, зернобобовых, свеклы, кукурузы ± 1 (± 5), картофеля ± 2 (± 10).

6. На поверхности не должно быть незаделанных семян.

7. Орехи и незасеянные поворотные полосы не допускаются.

2.2. Комплектование агрегатов для посева и посадки сельскохозяйственных культур

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, обеспечив его рациональную загрузку в области максимально допустимой скорости движения агрегата.*

При выполнении посева (посадки) сельскохозяйственных культур максимальная агротехнически допустимая скорость ($v_{\max}^{\text{арп}}$) движения посевного (посадочного) МТА в составе трактора и сеялки (сажалки) принимается индивидуально для каждого агрегата согласно прил. А. Аналогично принимается значение этого показателя и для комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов.

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

Таблица 2.1. Исходные данные по машинно-тракторному агрегату

Показатели и параметры	Единицы измерения	Обозначение (формула для расчета)	Принятое или расчетное значение
1	2	3	4
Марка трактора	–	–	По заданию
Масса трактора	кг	$m_{\text{тр}}$	Прил. Б

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4
Вес трактора	кН	$G_{\text{тр}} = 9,81 m_{\text{тр}} / 1000$	Расчет
Марка двигателя трактора	–	–	Прил. Б
Номинальная мощность двигателя	кВт	$N_{\text{ен}}$	Прил. Б
Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя	мин^{-1}	$n_{\text{н}}$	Прил. Б
Часовой расход топлива при номинальной мощности	кг/ч	$G_{\text{тн}}$	Прил. Б
Часовой расход топлива при максимальных оборотах холостого хода	кг/ч	$G_{\text{хх}}$	Прил. Б
Часовой расход топлива на остановках с работающим двигателем	кг/ч	$G_{\text{то}}$	Прил. Б
Радиус обода задних колес	м	$r_{\text{о}}$	Прил. Б
Высота шины задних колес	м	$h_{\text{ш}}$	Прил. Б
Коэффициент осадки шины под нагрузкой при выполнении технологической операции	–	$\lambda_{\text{шт}}$	$\lambda_{\text{шт}} = 0,75$ на стерне и залежи $\lambda_{\text{шт}} = 0,8$ на вспаханном поле
Коэффициент осадки шины под нагрузкой при движении по дорогам	–	$\lambda_{\text{шд}}$	$\lambda_{\text{шд}} = 0,7$ на твердом грунте (дороге с твердым покрытием)
Расчетный радиус качения ведущих колес при выполнении технологической операции	м	$r_{\text{кт}} = r_{\text{о}} + \lambda_{\text{шт}} h_{\text{ш}}$	Расчет
Расчетный радиус качения ведущих колес при движении по дорогам	м	$r_{\text{кд}} = r_{\text{о}} + \lambda_{\text{шд}} h_{\text{ш}}$	Расчет
Коэффициент сопротивления качению трактора: при выполнении технологической операции при движении по дорогам	–	$f_{\text{прт}}$	Прил. Д
	–	$f_{\text{прд}}$	

1	2	3	4
Марка машины для посева (посадки)	–	–	По заданию
Масса машины	кг	m_M	Прил. А
Вес машины	кН	$G_M = 9,81m_M / 1000$	Расчет
Грузовместимость бункера: для семян для удобрений	кг	Q_{bc}	Прил. А
	кг	Q_{by}	
Вес семян в бункере	кН	$G_c = 9,81Q_{bc} / 1000$	Расчет
Вес удобрений в бункере	кН	$G_y = 9,81Q_{by} / 1000$	Расчет
Способ агрегатирования машины	–	–	Прил. А
Коэффициент сопротивления качению ходовых колес*: при выполнении технологической операции при движении по дорогам	–	f_{MT}	Прил. Д
	–	f_{MD}	
Мощность на привод, передаваемая через ВОМ трактора	кВт	$N_{ВОМ}$	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	кН/м	$k = k_0[1 + (v_{max}^{agr} - v_0)\Delta c / 100]^{**}$	Расчет

*Для навесного агрегатирования не указывается.

**Для навесного агрегатирования уменьшается на 15 %.

2.2.2. Расчет параметров рабочего режима МТА при выполнении технологической операции

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

$$R_{ат} = kB_k + (G_M + G_c + G_y) \frac{i}{100}, \quad (2.1)$$

при навесном агрегатировании – по формуле

$$R_{\text{ат}} = kB_k + (G_m + G_c + G_y)(\lambda f_{\text{тр}} + \frac{i}{100}), \quad (2.2)$$

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

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

Сопротивление перемещению трактора (кН) определяется по зависимости

$$R_{\text{тр}} = G_{\text{тр}}(f_{\text{тр}} + \frac{i}{100}). \quad (2.3)$$

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 по формуле

$$v_{\text{р. макс}}^N = \frac{3,6(\eta_N N_{\text{ен}} - N_{\text{ВОМ}} / \eta_{\text{ВОМ}}) \eta_{\text{мг}} \eta_{\delta}}{R_{\text{ат}} + R_{\text{тр}}}, \quad (2.4)$$

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

$$i_{\text{тр}} = 0,377 \frac{n_{\text{п}} r_{\text{к}}}{v_{\text{р. макс}}^N} (1 - \delta / 100); \quad (2.5)$$

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

$$v_{p, \text{ макс. ст}}^N = 0,377 \frac{n_{\text{н.к}} r_{\text{к}}}{i_{\text{тр}}^{\text{ст}}} (1 - \delta / 100). \quad (2.6)$$

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

При этом следует проанализировать выполнение следующих условий:

- 1) если $v_{p, \text{ макс. ст}}^N \leq v_{\text{ макс}}^{\text{агр}}$, то $v_p = v_{p, \text{ макс. ст}}^N$;
- 2) если $v_{p, \text{ макс. ст}}^N > v_{\text{ макс}}^{\text{агр}}$, то, приняв предварительно $v_{p, \text{ пр}} = v_{\text{ макс}}^{\text{агр}}$, согласовать скорость с рядом передаточных чисел трактора, используя формулы (2.5) и (2.6).

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

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

$$i_{\text{тр}} = 0,377 \frac{n_{\text{н.к}} r_{\text{к}}}{v_{x, \text{ пр}}} (1 - \delta_x / 100), \quad (2.7)$$

где δ_x – буксование движителя трактора на холостом ходу, принимаемое в расчетах половине буксования на рабочем ходу, %.

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

$$v_x = 0,377 \frac{n_{\text{н.к}} r_{\text{к}}}{i_{\text{тр}}^{\text{ст}}} (1 - \delta_x / 100). \quad (2.8)$$

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

$$N_{\text{ex}} = \frac{R_{\text{ак}} + R_{\text{трт}}}{3,6 \eta_{\text{мг}} \eta_{\delta_x}} v_x. \quad (2.9)$$

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

$R_{ax} = [G_m + 0,5(G_c + G_y)](f_{mт} + \frac{i}{100})$ – при прицепном, полуприцепном и полунавесном агрегатировании;

$R_{ax} = [G_m + 0,5(G_c + G_y)](f_{трт} + \frac{i}{100})$ – при навесном агрегатировании.

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

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

$$v_{x, макс}^N = \frac{3,6 \eta_N N_{ен} \eta_{мг} \eta_{дх}}{R_{ax} + R_{трт}}, \quad (2.10)$$

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_x по формуле (2.8).

2.2.3. 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 пустым бункером.

Рассчитывается тяговое сопротивление агрегата при движении по следующим формулам:

$R_{ад} = G_m (f_{мд} + \frac{i}{100})$ – при прицепном, полуприцепном и полунавесном агрегатировании;

$R_{ад} = (G_m + 0,5G_{тр}) (f_{трт} + \frac{i}{100})$ – при навесном агрегатировании.

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

$$v_{трт}^N = \frac{3,6(\eta_N N_{ен}) \eta_{мг} \eta_{дд}}{R_{ад} + R_{трд}}, \quad (2.11)$$

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

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

Сопротивление перемещению трактора при движении в транспортном режиме рассчитывается по зависимости

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

Согласовывается рассчитанная по формуле (2.11) скорость с рядом передаточных чисел трансмиссии трактора, как это было сделано ранее (п. 2.2.2, например), в результате чего получается скорость $v_{\text{тр.ст}}^N$.

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

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

2) если $v_{\text{тр.ст}}^N > v_{\text{тр.макс}}$, то, приняв предварительно $v_{\text{тр.пр}} = v_{\text{тр.макс}}$, нужно согласовать эту скорость с рядом передаточных чисел трактора, используя формулы вида (2.5) и (2.6), чтобы окончательно принять скорость $v_{\text{тр}}$ и соответствующую передачу трактора.

2.2.4. Расчет основных энергетических показателей МТА

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

$$N_{\text{ер}} = \frac{R_a + R_{\text{тр}}}{3,6\eta_{\text{мг}}\eta_{\text{дп}}} v_p + \frac{N_{\text{ВОМ}}}{\eta_{\text{ВОМ}}}. \quad (2.12)$$

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

$$N_{\text{ex}} = \frac{R_{\text{ax}} + R_{\text{тр}}}{3,6\eta_{\text{мг}}\eta_{\text{дх}}} v_x. \quad (2.13)$$

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

$$N_{\text{стр}} = \frac{R_{\text{ад}} + R_{\text{трд}}}{3,6\eta_{\text{мг}}\eta_{\text{дд}}} v_{\text{тр}} \cdot \quad (2.14)$$

Коэффициенты загрузки двигателя трактора по мощности:
на рабочем ходу

$$\eta_{\text{Нр}} = \frac{N_{\text{ер}}}{N_{\text{ен}}};$$

на поворотах

$$\eta_{\text{Nx}} = \frac{N_{\text{ex}}}{N_{\text{ен}}}; \quad (2.15)$$

при движении по дорогам

$$\eta_{\text{Нтр}} = \frac{N_{\text{стр}}}{N_{\text{ен}}}.$$

Часовой расход топлива (кг/ч):

на рабочем ходу

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

на поворотах

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

при движении по дорогам

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

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, вылета маркеров согласно примеру, представленному на рис. 2.1.

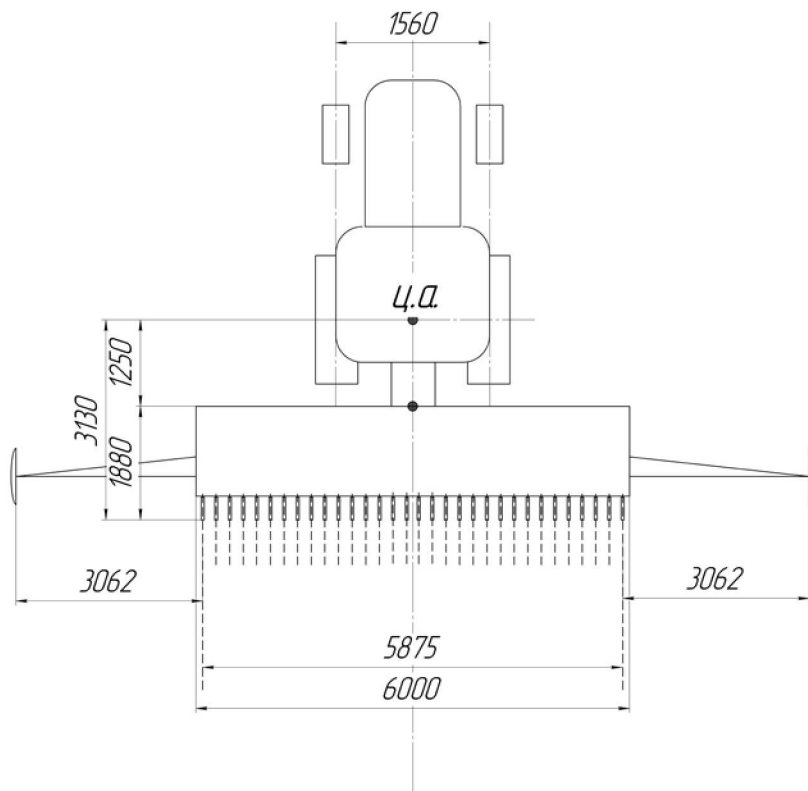


Рис. 2.1. Кинематическая схема агрегата БЕЛАРУС-1221 + СПУ-6 (размеры в миллиметрах) при вождении центром агрегата по следу маркера

По рекомендации [1] принимать радиус поворота прицепных (полуприцепных и полунавесных) агрегатов с приводом от ВОМ трактора следует, ориентируясь на допустимый угол излома карданного

вала привода. Для таких агрегатов с тракторами класса 1,4 радиус R не менее 7...8 м, класса 3 – не менее 9...11 м, класса 5 – не менее 10...13 м.

Если при указанном выше способе агрегатирования привод от ВОМ трактора не используется, радиус поворота принимается равным $1,3B_k$, но не менее минимального радиуса поворота трактора.

Для навесных агрегатов радиус поворота принимается равным минимальному радиусу поворота трактора (БЕЛАРУС-820 и другие трактора тягового класса 1,4 – $R = 4,1$ м; БЕЛАРУС-1221.3 – $R = 5,4$ м; БЕЛАРУС-1523 – $R = 5,5$ м; БЕЛАРУС-3022 (3522) – $R = 7,8$ м).

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

Для движения посевных (посадочных) агрегатов в поле принимается чаще всего челночный беззагонный способ. Повороты (развороты) осуществляются на 180° в конце каждого гона, а их вид зависит от сочетания кинематических (радиус поворота R) и технологических (рабочая ширина захвата B_p) показателей машинно-тракторного агрегата. При этом также учитывается и способ агрегатирования.

Если $2R = B_p$, то выполняется беспетлевой поворот по окружности. Когда $2R > B_p$, следует применять один из видов петлевых поворотов (прил. Г, табл. 2.3). В случае обратного неравенства ($2R < B_p$) будет иметь место беспетлевой поворот с прямолинейным участком. При выборе вида поворота следует стремиться к минимизации ширины поворотной полосы без усложнения схемы движения агрегата и по возможности отказываться от загонных способов движения (например, перекрытием), так как последние требуют проведения значительного объема работ по разбивке поля на загоны. Как правило, для навесных агрегатов и агрегатов с кинематической длиной, не превышающей их рабочую ширину захвата, не применяют повороты с боковым заездом, в противном случае следует применить грушевидный или восьмеркообразный повороты с боковым заездом. Грушевидный поворот применяется в основном при групповой последовательной работе агрегатов, а восьмеркообразный – при работе одного агрегата.

Ширина поворотной полосы E (м), необходимая для разворота агрегата, и средняя удельная длина холостого хода l_x (м) рассчитываются по формулам, приведенным в табл. 2.3, в зависимости от принятого вида поворота. При этом расчет ширины поворотной полосы по формулам табл. 2.3 носит предварительный характер, а окончательно этот показатель обозначается E_ϕ (прил. И), 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	$E \approx 3R + e$	$l_x \approx 6R + 2e^*$
Петлевой восьмеркообразный с боковым заездом	$E \approx R + e$	$l_x = 11,42R - B_p + 2e$
Петлевой грушевидный с боковым заездом	$E \approx R + e$	$l_x = 11,42R + B_p + 2e$
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.

Для участков, на которых выполняется посев (посадка) пропашных культур, поворотные полосы засеваются, как правило, однолетними травами либо травосмесями. Поэтому их фактически принятая ширина E_{ϕ} принимается кратной рабочей ширине захвата агрегата, засевающего эти полосы. В этом случае следует учесть, что на образованной при посеве или посадке поворотной полосе должны без помех разворачиваться агрегаты при уходе за посевами (посадками) и уборке. Таким образом, чтобы рассчитать ширину поворотной полосы, требуется предварительно выполнить расчеты не только для посевного (посадочного) агрегата, но и для агрегатов по уходу за посевами (посадками) и уборочных МТА.

При посеве зерновых и технических культур с образованием технологической колеи на поворотных полосах также предусматривается ее наличие. В этом случае ширина поворотной полосы E_{ϕ} должна быть кратна рабочей ширине захвата посевного агрегата и шагу технологической колеи. Следует учесть также и кинематику агрегатов для химзащиты, чтобы их поворот осуществлялся всегда по одному и тому же маршруту при минимуме повреждения растений ходовыми системами МТА, а ширина поворотной полосы E_{ϕ} была достаточна для их разворота.

Длину выезда агрегата (м) рассчитывают по зависимости

$$e = k_a l_a, \quad (2.16)$$

где k_a – коэффициент, учитывающий способ агрегатирования, равный 0,25...0,75 для прицепных агрегатов, 0...0,1 для навесных агрегатов, –1 для фронтальных агрегатов.

Запас хода посевного (посадочного) агрегата по технологической емкости (м) определяется по формуле

$$L_{\text{техн}} = \frac{10^4 Q_6}{B_p U_b}, \quad (2.17)$$

где Q_6 – грузоподъемность бункера посевного (посадочного) агрегата, т;

B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м;

U_b – норма высева семян (внесения удобрений), т/га.

Если одновременно высеваются семена и вносятся удобрения, то $L_{\text{техн}}$ рассчитывается по формуле (2.17) 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 заправки посевного агрегата определяются опорожнением либо бункера для семян грузоподъемностью $Q_{6с}$, либо бункера для удобрений грузоподъемностью $Q_{6у}$.

Расчетное количество проходов посевного (посадочного) агрегата по полю определяется по формуле

$$n_{\text{пр}} = L_{\text{техн}} / L_p, \quad (2.18)$$

где L_p – рабочая длина гона на участке, м.

Рабочую длину гона рассчитывают по формуле

$$L_p = L - 2E_{\phi}, \quad (2.19)$$

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 бункеров посевных (посадочных) агрегатов выполняется на одной и той же поворотной полосе, при целом нечетном $n_{\text{прф}}$ – на противоположных поворотных полосах;

- 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.

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

$$L_{\text{техн}}^{\phi} = n_{\text{прф}} L_p \quad (2.20)$$

и определяют массу семян (удобрений), загружаемых в бункер (τ):

$$Q_M = \frac{B U_{\text{вн}} L_{\text{техн}}^{\phi}}{10^4} \quad (2.21)$$

Таким образом, Q_M – это фактическая грузоподъемность бункеров посевного (посадочного) агрегата.

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

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

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

Расстояние между пунктами загрузки вдоль ширины поля определяется по выражению

$$l = n_{\text{прф}} \cdot B_p \quad (2.22)$$

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

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

Пример выполнения расчетов по определению мест заправки приведен ниже.

Пример. Требуется определить места заправки семенами и удобрениями агрегата Беларус-82.1 + СТВ-8КУ для посева кукурузы с междурядьями 70 см при следующих исходных данных:

грузоподъемность технологической емкости (бункера) для семян $Q_{\text{бс}}$ и минеральных удобрений $Q_{\text{бу}}$ составляет 0,280 и 0,336 т соответственно;

норма высева семян кукурузы $U_c = 0,04$ т/га;

доза припосевного внесения гранулированного суперфосфата $U_y = 0,140$ т/га;

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

фактическая ширина поворотных полос $E_{\phi} = 12$ м;

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

Расчеты. 1. Определяем запас хода по технологическим емкостям: для семян

$$L_{\text{техн}}^c = \frac{10^4 Q_{\text{бс}}}{B_p U_c} = \frac{10^4 \cdot 0,280}{5,6 \cdot 0,040} = 12500 \text{ м,}$$

для удобрений

$$L_{\text{техн}}^y = \frac{10^4 Q_{\text{бу}}}{B_p U_y} = \frac{10^4 \cdot 0,336}{5,6 \cdot 0,140} = 4285,7 \text{ м.}$$

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

для семян

$$n_{\text{пр}}^c = \frac{L_{\text{техн}}^c}{L_p} = \frac{12500}{676} = 18,49;$$

для удобрений

$$n_{\text{пр}}^y = \frac{L_{\text{техн}}^y}{L_p} = \frac{4285,7}{676} = 6,33.$$

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

$$n_{\text{прф}}^c = 18; n_{\text{прф}}^y = 6.$$

4. Рассчитываем показатель кратности загрузок различными материалами:

$$\frac{n_{\text{прф}}^c}{n_{\text{прф}}^y} = \frac{18}{6} = 3.$$

Полученное число означает, что между предыдущей и последующей загрузками семенами и удобрениями нужно выполнить две загрузки удобрениями. Иными словами, на одну загрузку семенами приходится три загрузки удобрениями. Загрузка семенами и удобрениями производится на одной поворотной полосе. Такой вариант загрузки следует считать наиболее рациональным (рис. 2.2, 2.3).

5. Определяем фактическое значение запаса хода:

$$L_{\text{техн}}^{\text{фс}} = n_{\text{фпр}}^c \cdot L_p = 18 \cdot 676 = 12168 \text{ м;}$$

$$L_{\text{техн}}^{\text{фу}} = n_{\text{фпр}}^y \cdot L_p = 6 \cdot 676 = 4056 \text{ м.}$$

6. Определяем массу материалов в местах загрузки:

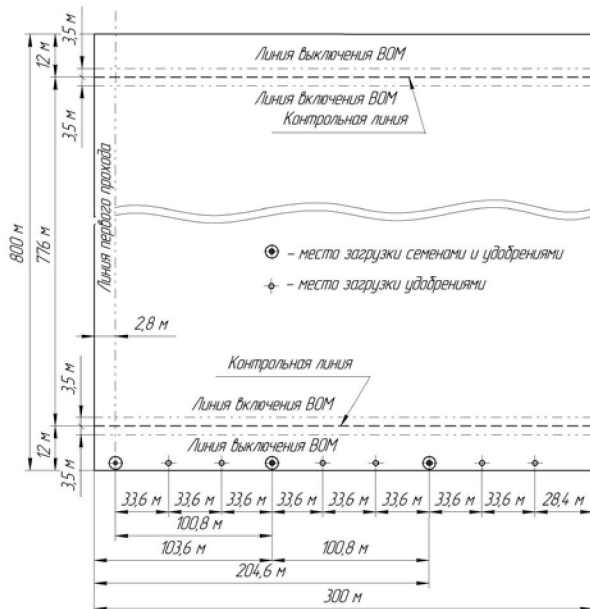
$$Q_{\text{мс}} = \frac{B_p U_c I_{\text{техн}}^{\text{фс}}}{10^4} = \frac{5,6 \cdot 0,04 \cdot 12168}{10^4} = 0,272 \text{ т} = 272 \text{ кг;}$$

$$Q_{\text{му}} = \frac{B_p U_y I_{\text{техн}}^{\text{фу}}}{10^4} = \frac{5,6 \cdot 0,140 \cdot 4056}{10^4} = 0,318 \text{ т} = 318 \text{ кг.}$$

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

$$l_c = n_{\text{фпр}}^c \cdot B_p = 18 \cdot 5,6 = 100,8 \text{ м;}$$

$$l_y = n_{\text{фпр}}^y \cdot B_p = 6 \cdot 5,6 = 33,6 \text{ м.}$$



Кинематические характеристики агрегата БЕЛАРУС-82.1-СТВ-ВКУ и рабочего участка для посева кукурузы с междурядьями 70 см

Показатель	Обозначение	Значение показателя
1. Ширина захвата агрегата рабочая, м	B_p	5,6
2. Длина выезда агрегата, м	e	3,5
3. Радиус поворота агрегата, м	R	6
4. Ширина поворотных полос, м	E_p	12
5. Рабочая длина гона, м	L_p	67,6
6. Длина рабочего участка, м	L	700
7. Ширина рабочего участка, м	B	300
8. Площадь рабочего участка, га	S	21
9. Расстояние между пунктами загрузки, м	l	100,8
семенами		33,6
удобрениями		

1. Норма высева семян – 2 п. е. (40 кг)/га.
2. Норма припосевного внесения удобрений – 140 кг/га суперфосфата двойного гранулированного.
3. Спосад движения – челночный.
4. Поворотные полосы засеваются однолетней травосмесью.
5. Линии первого прохода, линии включения и выключения ВОМ отмечаются хорошо видимыми вешками высотой 50..60 см, устанавливаемыми на расстоянии 50..60 м друг от друга.
6. Места загрузки отмечаются вешками высотой 1..1,2 м, впоследствии здесь следует разместить поддоны.

Рис. 2.2. Схема подготовки поля к работе посевного агрегата

8. При ширине участка 300 м на поворотной полосе будет размещено три места для одновременной загрузки семенами и удобрениями и шесть мест для загрузки только удобрениями. В этих местах следует разместить поддоны для укладки соответствующих материалов (рис. 2.2).

После выполнения приведенных выше расчетов и анализа полученных значений вычерчивается схема подготовки поля к работе, на которой указываются кинематические характеристики рабочего участка и другие необходимые данные для подготовки его к работе (рис. 2.2), и схема движения машинно-тракторного агрегата (рис. 2.3) с указанием мест загрузок агрегата и количества материала в местах загрузок.

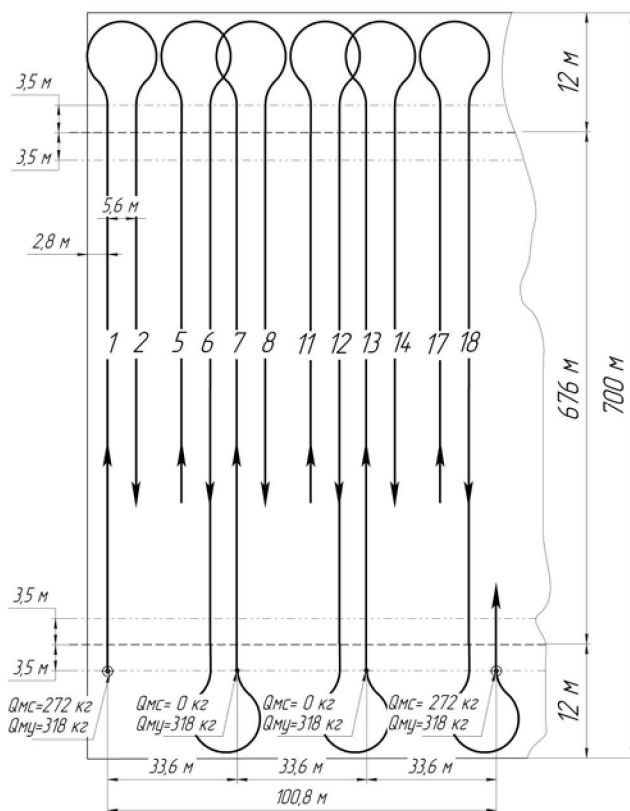


Рис. 2.3. Схема движения агрегата при посеве

Окончательно принятая схема движения агрегата характеризуется коэффициентом поворотов по времени

$$\tau_{\text{пов}} = \frac{t_x}{t_p}, \quad (2.23)$$

где t_x – время одного холостого заезда, определяемое по формуле

$$t_x = l_x / v_x;$$

t_p – чистое рабочее время агрегата за половину кинематического цикла, определяемое по формуле $t_p = L_p / v_p$.

2.4. Общие сведения о технологическом обслуживании при посеве и посадке

При посеве и посадке сельскохозяйственных культур применяется в основном **перегрузочная технология**, суть которой состоит в следующем. Семена (посадочный материал), подготовленные к посеву (посадке), загружают погрузчиком в транспортно-перегрузочные средства, доставляют их в поле и затем перегружают в бункер посевных (посадочных) агрегатов, которые непосредственно распределяют их по поверхности рабочего участка с заданной нормой высева (густотой посадки). Те же операции выполняются и в отношении удобрений, если агрегат выполняет комбинированный посев. Загрузка (перегрузка) семян и удобрений механизированная.

При посеве сеялками точного высева загрузка семян и удобрений в транспортные средства, доставляющие их в поле, механизированная, а заправка сеялок производится вручную либо с применением погрузчика, оборудованного манипулятором (полумеханизированная загрузка). В этом случае применяется **перевалочная технология**, когда семена и удобрения доставляются в поле и выгружаются в установленных местах на поддоны. С поддонов семена и удобрения грузятся в соответствующие бункера сеялок в начале работы и по мере опорожнения технологических емкостей.

При групповой работе посевных (посадочных) агрегатов и механизированной загрузке бункеров необходимо определить рациональное соотношение между основными (технологическими) агрегатами, выполняющими функции растянутого во времени процесса посева (посадки), и вспомогательными агрегатами, осуществляющими загрузку технологических емкостей (бункеров) основных агрегатов.

Для этого нужно выполнить расчет времени их 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:

$$n_{\text{оа}} = \frac{Q_{\text{тр}}}{Q_{\text{м}}}, \quad (2.24)$$

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

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

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

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

$$t_{\text{об}} = t_{\text{погр}} + t_{\text{дв}} + t_{\text{загр}} + t_{\text{доп}}, \quad (2.25)$$

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

$t_{\text{дв}}$ – время движения транспортно-погрузочного агрегата на поле и обратно, мин, которое рассчитывается по зависимостям:

$t_{\text{дв}} = 120S / v_{\text{тр}}$ – при использовании автомобильного транспорта ($v_{\text{тр}}$ – средняя транспортная скорость автомобиля, км/ч),

$t_{\text{дв}} = t_{\text{тр}} + t_{\text{п}}$ – при использовании тракторного транспорта;

$t_{\text{загр}}$ – время, затрачиваемое на загрузку группы посевных (посадочных) агрегатов, мин;

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

Время, затрачиваемое на загрузку группы посевных (посадочных) агрегатов, рассчитывается по формуле

$$t_{\text{загр}} = n_{\text{оа}}^{\text{окр}} t_{\text{зо}}^{\text{с}} + t_{\text{пер}} (n_{\text{оа}}^{\text{окр}} - 1), \quad (2.26)$$

где $t_{\text{зо}}^{\text{с}}$ – время загрузки технологической емкости одного агрегата семенным материалом, мин;

$t_{\text{пер}}$ – время переезда между агрегатами в поле, принимаемое из интервала 1...3 мин.

Время загрузки технологической емкости одного агрегата семенным материалом, мин, определяется по формуле

$$t_{\text{зо}}^{\text{с}} = \frac{60Q_{\text{мс}}}{W_{\text{чз}}}, \quad (2.27)$$

где $W_{\text{чз}}$ – часовая производительность загрузочного устройства, т/ч.

При самосвальной загрузке бункера семенами время загрузки $t_{\text{зо}}^{\text{с}}$ рассчитывается из условия затрат времени 3 мин на 1 т семян, при полумеханизированной загрузке на 1 т семян (удобрений) затраты времени следует принимать из интервала 5...8 мин; при загрузке бункеров вручную на 1 т семян (удобрений) затрачивается 30...40 мин.

Время технологического цикла посевного (посадочного) агрегата определяется по опорожнению технологической емкости для семян и рассчитывается по зависимости

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{зо}}^{\text{с}} + t_{\text{посева}}. \quad (2.28)$$

Время, затрачиваемое на посев (посадку) за один технологический цикл с учетом поворотов (мин), определяется по зависимости

$$t_{\text{посева}} = \frac{L_{\text{техн}}^{\text{фс}} \cdot 60 \cdot 10^{-3}}{v_{\text{р}}} (1 + \tau_{\text{пов}}). \quad (2.29)$$

Время, затрачиваемое на посев (посадку) с одновременным внесением удобрений за один технологический цикл с учетом поворотов (мин), рассчитывается по формуле

$$t_{\text{посева}} = \frac{L_{\text{техн}}^{\text{фс}} \cdot 60 \cdot 10^{-3}}{v_{\text{р}}} (1 + \tau_{\text{пов}}) + \frac{L_{\text{техн}}^{\text{фс}}}{L_{\text{техн}}^{\text{фу}}} t_{\text{зо}}^{\text{у}}, \quad (2.30)$$

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

Время, затрачиваемое на посев (посадку) с одновременным внесением удобрений и протравливанием семян за один технологический цикл с учетом поворотов (мин), рассчитывается по зависимости

$$t_{\text{посева}} = \frac{L_{\text{техн}}^{\text{фс}} \cdot 60 \cdot 10^{-3}}{v_{\text{р}}} (1 + \tau_{\text{пов}}) + \frac{L_{\text{техн}}^{\text{фс}}}{L_{\text{техн}}^{\text{фу}}} t_{\text{зо}}^{\text{у}} + \frac{L_{\text{техн}}^{\text{фс}}}{L_{\text{техн}}^{\text{фпр}}} t_{\text{зо}}^{\text{пр}}, \quad (2.31)$$

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

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

$$n_{\text{тр}} = \frac{t_{\text{об}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.32)$$

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

$$t_{\text{об}}^{\text{ф}} = n_{\text{тр}}^{\text{окр}} t_{\text{ц}}, \quad (2.33)$$

а также рассчитывается время простоя этого агрегата в ожидании загрузки посевных агрегатов:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{об}}^{\text{ф}} - t_{\text{об}}. \quad (2.34)$$

С целью обеспечения наглядности взаимодействия основных и вспомогательных агрегатов в составе механизированного звена по посеву (посадке) 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 агрегатов для посева зерновых БЕЛАРУС-1523 + АППМ-4 и двух транспортно-погрузочных агрегатов МАЗ-457043 + ЗНШ-20: $t_{зо} = 5$ мин, $t_{посева} = 35$ мин, $t_{ц} = 40$ мин, $t_{пер} = 1$ мин, $t_{дв} = 33$ мин, $t_{доп} = 6$ мин, $t_{об} = 80$ мин, $t_{пр} = 16$ мин, $t_{зарп} = 17$ мин, $t_{погр} = 8$ мин, $n_{оа} = 3$ агрегата, $n_{тр} = 2$.

Проводим временную ось (рис. 2.4), разбиваем ее в принятом масштабе. Для первого посевного агрегата от 0 временной оси откладываем $t_{зо} = 5$ мин, а затем от конца получившегося отрезка – $t_{посева} = 35$ мин. Повторяем описанные выше действия в пределах ограничения временной оси, начиная откладывать временные интервалы последовательно от конца предыдущего отрезка.

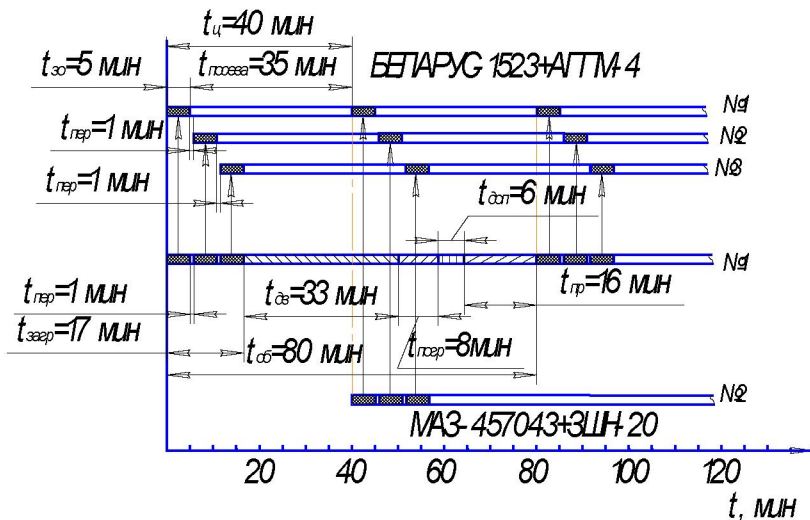


Рис. 2.4. График согласования агрегатов для посева и погрузочно-транспортных агрегатов в составе механизированного звена

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

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

Затраты времени по структурам технологического цикла основного (посевного) агрегата и оборота транспортно-погрузочного 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 стрелками показывается направление движения материала при групповом взаимодействии.

При смешанной загрузке технологических емкостей, например для картофелесажалок, график согласования строят так же, как и при механизированной загрузке, считая, что ранее выполнено предварительное согласование загрузок различных материалов, т. е. ручная либо полумеханизированная загрузка производится там, где имеет место механизированная загрузка.

При полумеханизированной и немеханизированной загрузке технологических емкостей и перевалочной технологии посева 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 переезду в начале и конце смены $T_{\text{пн}} = 3 \dots 5$ мин;

– на переезд (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 (время затрачивается на очистку рабочих органов, корректировку технологических настроек и др.), $T_{\text{техн}} = (0,02 \dots 0,07)T_{\text{см}}$ (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

$$T_{\text{п.з}} = T_{\text{ЕТО}} + T_{\text{пн}} + T_{\text{пнк}} + T_{\text{пнз}}. \quad (2.35)$$

Внецикловые нормируемые непроизводительные затраты времени (ч) определяются по зависимости

$$T_{в.ц} = T_{п.з} + T_{ф} + T_{пер} + T_{техн}. \quad (2.36)$$

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

Количество технологических циклов за смену рассчитывается по зависимости

$$n_{тц} = \frac{T_{см} - T_{в.ц}}{t_{ц}} \quad (2.37)$$

и округляется до ближайшего большего целого числа.

Вследствие округления происходит увеличение времени смены до значения

$$T_{см}^{\Phi} = n_{тц}^{окр} \cdot t_{ц} + T_{в.ц}. \quad (2.38)$$

Чистое время работы за смену

$$T_{р} = n_{тц}^{окр} \cdot t_{р.ц}, \quad (2.39)$$

где $t_{р.ц}$ – чистое рабочее время за технологический цикл (ч), определяемое по зависимости

$$t_{р.ц} = \frac{L_{техн}^{\Phi} \cdot 10^{-3}}{V_{р}}.$$

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

$$T_{х} = \tau_{пов} T_{р}. \quad (2.40)$$

Время движения по дорогам (ч)

$$T_{д} = T_{пер} + T_{пнк}. \quad (2.41)$$

Время остановок с работающим двигателем за смену (ч)

$$T_{о} = T_{см}^{\Phi} - (T_{р} + T_{х} + T_{д}). \quad (2.42)$$

Коэффициент использования времени смены рассчитывается по формуле

$$\tau_{см} = \frac{T_{р}}{T_{см}^{\Phi}}. \quad (2.43)$$

2.6. Техничко-экономические характеристики машинно-тракторного агрегата

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

$$W_{ч} = 0,1v_{р}B_{р}\tau_{см}; \quad W_{см} = W_{ч} \cdot T_{см}^{\Phi}. \quad (2.44)$$

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

$$\theta_{\text{см}} = G_{\text{p}}T_{\text{p}} + G_{\text{x}}T_{\text{x}} + G_{\text{д}}T_{\text{д}} + G_{\text{о}}T_{\text{о}}. \quad (2.45)$$

Расход топлива на единицу объема работ (кг/га)

$$\theta_{\text{га}} = \theta_{\text{см}} / W_{\text{см}}. \quad (2.46)$$

Затраты труда на единицу объема работ:
прямые

$$z_{\text{пр}}^{\text{пр}} = \frac{n_{\text{м}}}{W_{\text{ч}}}; \quad (2.47)$$

общие

$$z_{\text{пр}}^{\text{общ}} = \frac{n_{\text{м}} + n_{\text{вр}}}{W_{\text{ч}}}, \quad (2.48)$$

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

2.7. Порядок подготовки посевного (посадочного) машинно-тракторного агрегата

1. Установить колею трактора, указанную в руководстве по эксплуатации.
2. Проверить и отрегулировать давления в шинах трактора и посевного агрегата (сеялки, сажалки).
3. Переналадить навесное устройство трактора согласно требованиям к агрегатированию рабочей машины.
4. Подключить выводы 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;
 - установить и проверить норму высева семян (удобрений и протравливающего раствора);
 - установить глубину заделки семян (удобрений);
 - установить маркеры и слепоуказатели на заданные кинематические параметры;
 - настроить аппаратные средства образования технологической колеи при посеве;

– настроить систему контроля нормы высева семян (внесения удобрений), систему параллельного вождения (при наличии таковой нет необходимости применения маркеров и следоуказателей).

2.8. Краткие рекомендации по подготовке поля к посеву (посадке)

1. Перед началом работы осматривают поле. Выбирают направление движения агрегата, определяют ширину поворотных полос, скорость движения агрегата при посеве (посадке), ориентировочные места загрузки посевных машин семенами (удобрениями, рабочими растворами пестицидов) с учетом максимальной длины гонов, состояния полей и подъездных путей. Вычерчивают схему подготовки поля к работе (см. рис. 2.2), на которой изображают схему **разметки поля** с указанием кинематических характеристик, а также приводят дополнительные сведения о МТА. Другие варианты разметки поля приведены в прил. И.

2. В случае неисправности подъездных дорог устраняют препятствия для нормального перемещения агрегатов (убирают камни или другие посторонние предметы, засыпают канавы, выравнивают дороги).

3. Устраняют на поле канавы-промоины, крупные камни, а при необходимости планируют поверхность поля.

4. Определяются с направлением и положением линии первого прохода агрегата. На участках правильной конфигурации (прямоугольник, параллелограмм, трапеция) линию первого прохода располагают вдоль большей стороны. На полях неправильной конфигурации линию первого прохода посевного агрегата провешивают с таким расчетом, чтобы длина гона была наибольшей по отношению к последующим проходам.

5. Размечают линию первого прохода вешками, устанавливая их строго вертикально на расстоянии 50...60 м друг от друга так, чтобы обеспечить видимость не менее трех вешек. Если первый проход агрегат делает вдоль продольной границы поля, а поворотные полосы обрабатываются челночным способом движения при четном количестве проходов, то вешки устанавливают от границы на расстоянии, равном половине ширины захвата сеялки (рис. 2.2). При том же расположении поворотных полос и схеме их обработки за нечетное количество проходов линия первого прохода должна располагаться на расстоянии $1,5B_p$ от границы поля (прил. И). При обработке поворотных полос круговую расстояние от границы до линии первого прохода определяется суммой $E_{\phi} + 0,5B_p$ (прил. И).

6. Отмечают внутренние границы поворотных полос (рис. 2.2, прил. И) и выставляют вешки на линиях включения и выключения ВОМ (линиях перевода рабочей машины в режим холостого хода).

7. Намечают места заправки сеялок семенами (удобрениями, рабочими растворами пестицидов) в зависимости от длины гона, нормы высева семян (удобрений) и заправочной вместимости сеялок (рис. 2.2).

8. Вычерчивают **схемы разметки и разбивки поля** (прил. И, К).

9. По линии вешек для **разбивки поля** выполняются проходы специально оборудованным разметочным агрегатом либо тем же посевным агрегатом, который будет засеивать это поле (прил. К).

10. Для доставки к агрегатам семян и удобрений используют автозаправщики, автомобили и тракторные агрегаты. Затаренные в мешки семена и удобрения доставляют в поле и разгружают их вдоль поворотной полосы в предварительно размеченных местах в количестве, равном разовой загрузке.

2.9. Работа машинно-тракторных агрегатов в поле при посеве (посадке)

1. Подъезжают к месту первой заправки агрегата на поворотной полосе.

2. Заправляют агрегат материалами (семенами, удобрениями, рабочими растворами пестицидов). Следят за тем, чтобы при засыпке семян и удобрений вместе с ними в ящик не попадали посторонние предметы. Гранулированные удобрения не должны иметь комков, а влажность их не должна превышать 6 %.

3. Располагают агрегат по линии первого прохода, на трактор устанавливают визир строго по продольной оси его и направляют трактор визиром на линию, обозначенную вешками. Опускают маркер со стороны засеваемого поля.

В целях предотвращения забивания сошников переводят сеялку в рабочее положение на ходу, не доезжая 1...1,5 м до линии включения (выключения) рабочих органов.

4. Выбирают скорость посевного агрегата в зависимости от состояния поля.

5. Делают первый проход агрегата, отключают привод рабочих органов и поднимают сеялку (для навесных сеялок) в момент, когда последний ряд рабочих органов пересечет линию их отключения. Маркер сеялки также поднимается.

6. Поворачивают агрегат и по следу маркера делают второй проход.

7. Проверяют глубину посева семян, норму высева семян и удобрений, ширину стыкового междурядья.

Установленную норму высева семян проверяют по высеvu контрольной массы семян (удобрений). Массу семян (удобрений), которую надо высевать за два полных прохода (кг), определяют по формуле

$$M_{\text{к}} = \frac{2L_{\text{п}}B_{\text{п}}U}{10^4},$$

где U – норма высева семян (внесения удобрений или рабочего раствора пестицидов), кг/га.

Расчетную (контрольную) массу семян (удобрений) засыпают в соответствующий бункер перед началом первого прохода МТА. В конце второго прохода по расходу расчетной массы семян (удобрений) определяют правильность установки сеялки на норму высева семян (внесения удобрений).

Если фактические значения имеют недопустимые отклонения от нормы, производится соответствующая регулировка, затем повторяется проверка. Аналогично выполняется проверка и нормы внесения рабочего раствора пестицидов при посеве (посадке).

8. Посев производят челночным способом движения агрегата.

9. Для ухода за растениями в период вегетации предусматривается технологическая колея, образование которой выполняется при посеве. Рекомендации по образованию технологической колеи приведены в практическом пособии [5], а схемы – в прил. Е.

10. По окончании посева в основной зоне участка выполняется посев на поворотных полосах. Одним из обязательных условий при этом является соблюдение таких же норм высева семян, внесения удобрений и рабочих растворов пестицидов, как и в основной зоне участка.

Посев на поворотных полосах проводят челночным способом движения либо вкруговую (прил. Л).

При посеве на поворотных полосах может использоваться основной посевной агрегат либо специально выделяемый для этого агрегат.

Последний случай характерен для посева (посадки) пропашных культур, когда посев (посадка) основной культуры на поворотных полосах не производится.

При посеве почвообрабатывающе-посевными агрегатами часто экономически нецелесообразно выполнять посев на поворотных полосах именно этими агрегатами, тогда поступают так же, как и в предыдущем случае, применяя другой посевной агрегат, обладающий боль-

шей мобильностью, высеваящий при этом ту же культуру. Если на рабочем участке предусматривается технологическая колея, то и на поворотных полосах она также должна быть с теми же параметрами, что и для всего остального поля.

Если посев на поворотных полосах выполняется челночным способом, а агрегат используется тот же, что и для посева в основной зоне рабочего участка, применяют два варианта схем движения агрегата. Выбор одного из двух вариантов определяется количеством проходов для засева поворотной полосы.

Если количество проходов для засева поворотной полосы нечетное, то в начале посева линию первого прохода располагают на расстоянии $1,5B_p$ от края участка. Таким образом, вдоль границы поля образуется незасеянная полоса шириной, равной ширине захвата посевного агрегата. Выполнив последний проход по участку, агрегат сначала засеивает одну поворотную полосу, затем не засеянную ранее полосу у противоположной границы участка, после чего засеивается вторая поворотная полоса.

Если количество проходов для засева поворотной полосы четное, то, выполнив предпоследний проход по участку, агрегат засеивает одну поворотную полосу, затем выполняет последний проход и засеивает вторую поворотную полосу.

Применение таких схем движения агрегата позволяет исключить холостой проезд между поворотными полосами при их засеивании.

2.10. Контроль и оценка качества посева (посадки) инструментальным методом

2.10.1. Зерновые культуры

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

Приемочный контроль и оценку качества работы посевных агрегатов проводят после появления всходов бригадиром и агрономом [4].

Контролируемые показатели и способы их определения приведены в табл. 2.4.

Оценку качества посева определяют по результатам производственного контроля, пользуясь данными табл. 2.5.

Таблица 2.4. **Контролируемые показатели**

Показатель	Количество замеров	Прибор или приспособление	Способ определения
Норма высева	2...3 раза в смену	Линейка, шаблон	Установленную норму высева семян проверяют по высеву контрольной массы семян (удобрений). Массу семян, которую надо высевать за два полных прохода, определяют по формуле $M_k = \frac{2L_p B_p U}{10^4}$
Глубина заделки семян	3 по длине гона	Линейка, глубиномер	Раскапывают рядки по ширине захвата сеялки и рейкой с линейкой измеряют глубину заделки семян (не менее 10 раз в смену) или определяют ее по прибору Калентьева. Полученное значение сравнивают с нормативным
Ширина стыковых междурядий	3	Рулетка, мерная лента, линейка	Намечают три учетные площадки длиной 1 м и шириной в два прохода сеялки. Вскрывают смежные рядки и измеряют расстояния между продольными рядами семян

Таблица 2.5. **Оценка качества посева зерновых**

Показатель	Градации нормативов	Коэффициент качества
Отклонение от заданной нормы высева, %	±1,5...±2	1,0
	±2...±2,5	0,9
	±2,5...±3	0,8
	Более 3	0,0
Отклонение от заданной глубины посева семян, см: на легких почвах	До ±1	1,0
	±1...±1,5	0,9
	Более 1,5	0,0
на плотных почвах	До ±0,5	1,0
	±0,5...±1,0	0,9
	Более 1,0	0,0
Отклонения ширины стыковых междурядий от заданной, см	До ±5	1,0
	Более 5	0,9

Работу бракуют при отклонении глубины посева семян от заданной более чем на 4 %.

Результаты балльной оценки вносят в учетный лист тракториста-машиниста.

2.10.2. Кукуруза

При определении качества посева кукурузы кроме основных показателей (нормы высева, глубины посева семян и ширины стыковых междурядий) оценивают также прямолинейность рядков (табл. 2.6).

Таблица 2.6. Оценка качества посева кукурузы

Показатель	Градация нормативов	Коэффициент качества	Способ определения
Отклонение фактической глубины посева семян от заданной, см	До ± 1 Более ± 1	1,0 0,0	Вскрывают бороздки за сошниками, не идущими по следам колес трактора, попеременно направления движения агрегата на всю ширину захвата сеялки. Перпендикулярно рядкам над вырытой бороздкой накладывают линейку, другой линейкой измеряют расстояние от семени до нижней плоскости горизонтально расположенной линейки и сравнивают с нормативным значением. Измерение проводится 3...5 раз в смену
Отклонение среднего количества семян на один погонный метр рядка от заданного, %	До ± 5 $\pm 5 \dots \pm 10$ Более ± 10	1,0 0,9 0,0	Вскрывают семена на 1 п. м в каждом рядке по ширине захвата агрегата, подсчитывают их количество, определяют среднее и сравнивают с нормативным
Отклонение ширины стыковых междурядий от заданной, см	До ± 5 Более ± 5	0,9 0,0	После второго и третьего проходов агрегата вскрывают семена в двух рядках, прилегающих к стыковому междурядью (не менее чем в 5 местах по длине гона), измеряют расстояние между рядками линейкой или рулеткой, сравнивают его с нормативным, рассчитывают отклонение
Отклонение растений от базовой линии рядка, см	До 3 3...8 Более 8	0,9 0,8 0,0	Отбивают на участке шнуром длиной 50 м базовую линию и через 0,5 м измеряют линейкой или рулеткой отклонение от нее, определяют среднее значение отклонения, сравнивают с нормативным

Норму высева семян контролируют в течение всего периода работы агрегата по приборам и уровню семян в бункерах или в банках. Ширину основных междурядий проверяют при первом рабочем проходе агрегата. Для этого вскрывают высеянные семена в рядах по ширине захвата сеялки и замеряют расстояние между смежными рядами.

При значительном превышении нормативов оценка работы может быть снижена независимо от суммы набранных баллов. Окончательную оценку качества работы дают по всходам кукурузы.

2.10.3. Сахарная свекла

Качество посева сахарной свеклы определяют по данным, приведенным в табл. 2.7.

Таблица 2.7. Оценка качества посева сахарной свеклы

Показатель	Градация нормативов	Коэффициент качества	Способ определения
Отклонение фактической глубины посева семян от заданной, см	$\pm 0,5$ Более $\pm 0,5$	1,0 0,0	В течение смены 2...3 раза в трех местах по диагонали участка на 12 рядах свеклы снимают лопаткой (ножом) почву над семенами (на отрезках длиной 20...80 см), замеряют линейкой глубину залегания семян и сравнивают ее с допустимой
Отклонение фактической нормы высева семян от заданной, %	До ± 10 $\pm 11... \pm 14$ Более ± 14	1,0 0,9 0,0	В течение смены 2...3 раза в трех местах по диагонали участка на отрезках длиной 1 м вскрывают каждый из 12 рядков и подсчитывают количество высеянных семян, определяют среднее и сравнивают с нормативным
Отклонение соответственно ширины основных и стыковых междурядий от нормативной, см	$\pm 0,5$ и ± 2 ± 1 и $\pm 2,5$ Более ± 1 и $\pm 2,5$	0,9 0,8 0,0	В течение смены 2...3 раза в 4...5 местах ряда на отрезках длиной 50 м на концах и посередине гонгов замеряют ширину основных и стыковых междурядий, полученные средние значения сравнивают с нормативными
Отклонение от оси рядка, см	До ± 5 Более ± 5	0,9 0,0	В течение смены 2...3 раза в 4...5 местах по диагонали участка на отрезках длиной 50 м, отмеченных кольшками, замеряют шнуром и линейкой отклонение от осевой линии рядка

В случае использования сеялок, оборудованных для припосевного внесения минеральных удобрений, кроме отмеченных четырех показателей контроля и оценки качества посева сахарной свеклы не реже 2...3 раз в смену проверяют соблюдение заданной дозы припосевного внесения минеральных удобрений путем замера площади и израсходованной на нее массы удобрений.

2.10.4. Картофель

В табл. 2.8 приведены основные показатели, учитываемые при оценке качества посадки картофеля, и методы их определения.

Таблица 2.8. Оценка качества посадки картофеля

Показатель	Градация нормативов	Коэффициент качества	Метод определения
Отклонение фактической глубины посадки клубней от заданной, см	До ± 2 ± 3 ± 4 Более ± 4	1,0 0,9 0,8 0	В пяти местах по длине гона по всем сошникам через 1...1,5 м раскапывают гребни и измеряют расстояние от вершины гребня до верхней точки клубней, сравнивают с нормативным
Отклонение фактической густоты посадки клубней от заданной, %	± 1 $\pm 1,5$ ± 2 Более ± 2	1,0 0,9 0,8 0,0	В трех местах по длине гона по всей ширине захвата сажалки на участке длиной 7,2 м раскапывают клубни. Подсчитанное количество клубней в каждом рядке на этом отрезке, умноженное на 2000, будет выражать густоту посадки картофеля по каждому рядку. Определяют среднюю густоту посадки, сравнивают ее с нормативной
Отклонение ширины стыковых междурядий от нормативной, см	До ± 10 $\pm 10... \pm 15$ Более ± 15	0,9 0,8 0,0	Выполняют 10 замеров ширины стыковых междурядий на втором и третьем проходах агрегатов, полученное среднее значение сравнивают с нормативным
Отклонение ряда клубней от центра вершин гребней, см	До 2 До 3 Более 3	0,9 0,8 0,0	В 5...7 местах по длине гона раскапывают клубни с шагом 50 см, не нарушая форму гребней между открытыми гнездами. В центре каждого гнезда вставляют деревянные кольшки высотой 20 см. Натягивают между крайними (первым и седьмым) кольшками шнур так, чтобы он уложился наверху гребня. Измеряют отклонения (влево и вправо) кольшечков от шнура линейкой. Находят среднее и сравнивают с нормативом

Все показатели, определяющие качество посадки картофеля, проверяют в начале работы агрегата при прохождении первых проходов, а также не реже 2...3 раз в течение рабочего дня. Норму и глубину посадки клубней проверяют также при смене фракций семян и при переезде на другое поле, отличающееся по влажности, типу и механическому составу почвы.

Во время работы тракторист должен соблюдать заданную скорость движения и глубину посадки клубней, следить за равномерным поступлением семян в питательный ковш, наблюдать за работой вычерпывающих аппаратов и стабильностью расхода минеральных удобрений по всем бункерам сажалки.

Необходимо также следить, чтобы не было потерь клубней на концах гонов и поворотной полосе. Окончательную оценку качества посадки картофеля дают после появления всходов.

2.10.5. Лен

Текущий контроль качества посева льна осуществляется при первых проходах агрегата, а также периодически в течение всего сева на одном поле и при переезде на другой участок поля. Приемочный контроль и оценку качества посева проводят после появления всходов бригадир и агроном.

Контролируемые показатели и способы их определения приведены в табл. 2.9.

Таблица 2.9. Контролируемые показатели и способы контроля при оценке качества посева льна

Показатель	Количество замеров	Прибор или приспособление	Способ определения
1	2	3	4
Норма высева	2...3 раза в смену	Линейка (шаблон)	Замеряют длину рабочей части катушки каждого высевяющего аппарата или дозатора семян
Глубина посева семян	3 по длине гона	Линейка, глубиномер	Намечают три учетные площадки, каждая длиной 1 м и шириной в два прохода агрегата. На площадках при посеве отмечают кольешками учетные рядки, по три отрезка длиной 20 см. Со всех учетных рядков делают не менее 100 замеров глубины посева семян. Глубину посева определяют путем скобления почвы перпендикулярно направлению хода сеялки или взятия проб специальным прибором

1	2	3	4
Количество незаделанных семян на 1 м ²	5 по диагонали участка	Рулетка	Незаделанные семена определяют на площадках длиной 1 м, шириной, равной ширине захвата, в пяти местах. Площадь, занятая сошниками, идущими по следу колес сеялки или трактора, в учетную площадь не входит. Незаделанные семена на учетных площадках собирают, взвешивают и данные заносят в полевой журнал
Ширина основных междурядий	3	Рулетка, складной метр	Намечают три учетные площадки длиной 1 м и шириной в два прохода сеялки. Вскрывают смежные рядки и измеряют расстояния между продольными рядами семян
Ширина стыковых междурядий	3	То же	Намечают три учетные площадки длиной 1 м и шириной в три прохода сеялки. Вскрывают смежные рядки между каждыми двумя проходами сеялки и измеряют расстояния между рядками стыковых междурядий

Оценку качества посева льна проводят по результатам замеров с использованием табл. 2.10.

Таблица 2.10. Оценка качества посева льна

Показатель	Градация нормативов	Коэффициент качества
Отклонение от заданной нормы высева, %	$\pm 1,5 \dots \pm 2$	1,0
	$\pm 2 \dots \pm 2,5$	0,9
	$\pm 2,5 \dots \pm 3$	0,8
	Более ± 3	0,0
Отклонение от заданной глубины посева семян, см: на легких почвах	До ± 1	1,0
	$\pm 1 \dots \pm 1,5$	0,9
	Более $\pm 1,5$	0,0
на плотных почвах	$\pm 0,5$	1,0
	$\pm 0,5 \dots \pm 1,0$	0,9
	Более $\pm 1,0$	0,0
Отклонение основных и стыковых междурядий от заданного значения на длине рядка 50 м, см	До ± 5	0,9
	Более ± 5	0,0

Работу бракуют при отклонении глубины посева семян от заданной более чем на 4 %.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы агротехнические требования к посеву культуры (по варианту задания)?
2. Как выбирается передача трактора и рассчитывается скорость движения при работе посевного МТА?
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 посеве?
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 посеву удобрений.
11. Как определить основные кинематические характеристики рабочего участка при посеве (на примере выданного варианта)?
12. Как определяется положение мест заправки сеялки семенами (удобрениями, пестицидами)? Ответ поясните собственными иллюстрациями.
13. Поясните на примере выполненных расчетов, каким образом осуществить параллельное вождение агрегата в смежных проходах при посеве.
14. Как организована технологическая колея при посеве в соответствии с вашим вариантом?
15. Поясните подробно схему разметки поля.
16. Поясните подробно схему разбивки поля.
17. Обоснуйте выбор способа посева на поворотных полосах и поясните соответствующую схему.
18. Как определить часовую и сменную технические производительности при посеве?

19. Как определить гектарный расход топлива при посеве?
20. Как определить затраты труда при посеве?
21. Обоснуйте несколько мероприятий по повышению производительности МТА.
22. Обоснуйте несколько мероприятий по снижению затрат труда.
23. Обоснуйте несколько мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов.
24. 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. Петровец, В. Р. Технологии и комбинированные машины для предпосевной обработки почвы и посева зерновых культур: практ. пособие / В. Р. Петровец, Н. И. Дудко, С. В. Колос. – Горки, 2012. – 56 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	
Состав посевного (посадочного) агрегата	БЕЛАРУС-3522 + АПП-6Д	БЕЛАРУС-3022.2 + АПП-6А	БЕЛАРУС-3522 + АПП-6АБ	БЕЛАРУС-1221.3 + СПУ-6Л	БЕЛАРУС-33022.2 + СПШ-9 «Берестье»	
Высеваемая культура	Зерновые	Зерновые	Зерновые	Зерновые	Зерновые	
Грузовместимость бункера семян, т	1,72	1,72	1,24	0,75	4,5	
Масса машины, кг	8400	6800	8000	1500	8600	
Кинематическая длина агрегата, м	9,5	7,5	3,4	3,6	5,3	
Способ агрегатирования	II/приц.	II/приц.	Навес.	Навес.	II/приц.	
Максимальная агротехнически допустимая скорость, км/ч	12	10	10	10	12	
Удельное тяговое сопротивление при скорости 5 км/ч, кН/м	4,3	3,2	3,6	1,6	2,9	
Темп роста удельного тягового сопротивления, %	3	2	2	3	3	
Мощность на привод рабочих органов, кВт	37,0	58,0	58,0	12,5	18,8	
Ширина захвата рабочая, м	6	6	6	6	9	
Шаг технологической колеи, м	18	18	18	18	18	
Дополнительные сведения	В технологию ухода применяется агрегат БЕЛАРУС-820 + «Мекосан-2500-18» с длиной выезда 7 м					
Транспортно-загрузочный агрегат	ГАЗ-4509 + АЗС-30	МАЗ-457043 + ЗШН-20	БЕЛАРУС-820 + 2ППС-4,5 + ЗШНС-15	БЕЛАРУС-820 + 2ППС-4,5 + ЗШНС-15	МАЗ-457043 + ЗС-20	
Производительность монтируемого погрузчика, т/ч	30	18	15	15	20	
Максимальная грузоподъемность, т	4,2	4,5	2,6	2,4	4,5	
Скорость, км/ч: с грузом	28	35	16	16	35	
без груза	28	35	18	18	35	
Условия выполнения операции						
Параметры рабочего участка: длина, м	900	700	850	950	680	
ширина, м	600	500	650	500	450	
уклон, %	3	2	3	1,5	3	
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
Норма высева семян, т/га	1**	0,21	0,14	0,24	0,11	0,22
	2	0,10	0,18	0,12	0,10	0,16
	3	0,22	0,24	0,16	0,13	0,15
	4	0,23	0,21	0,20	0,12	0,23

Продолжение прил. А

Вариант	6	7	8	9	10	
Состав посевного (посадочного) агрегата	БЕЛАРУС-1523,3 + АПП-4А	БЕЛАРУС-82,1 + СПУ-4	БЕЛАРУС-1523,3 + АППМ-4	БЕЛАРУС-3522 + АППМ-6	БЕЛАРУС-1025,2 + АПП-3А	
Высеваемая культура	Зерновые	Зерновые	Зерновые	Зерновые	Зерновые	
Грузовместимость бункера семян, т	0,562	0,375	2,250	2,200	0,562	
Масса машины, кг	3800	780	5500	9500	2200	
Кинематическая длина агрегата, м	2,6	3,4	5,6	5,7	2,2	
Способ агрегатирования	Навес.	Навес.	П/приц.	П/приц.	Навес.	
Максимальная агротехнически допустимая скорость, км/ч	10	10	12	12	10	
Удельное тяговое сопротивление при скорости 5 км/ч, кН/м	2,6	1,6	3,6	3,6	2,8	
Темп роста удельного тягового сопротивления, %	3	2	2	3	3	
Мощность на привод рабочих органов, кВт	33,3	12,5	23,3	32,1	22,4	
Ширина захвата рабочая, м	4	4	4	6	3	
Шаг технологической колеи, м	12	12	12	12	12	
Дополнительные сведения	В технологии ухода применяется агрегат БЕЛАРУС-820 + «Мекосан-2000-12» с длиной выезда 6,1 м					
Транспортно-загрузочный агрегат	БЕЛАРУС-820 + 2ППС-4,5 + ЗПНС-15	БЕЛАРУС-820 + 2ППС-4,5 + ЗС-20	МАЗ-457043 + ЗПП-20	ГАЗ-4509 + АЗС-30	БЕЛАРУС-820 + 2ППС-4,5 + ЗПНС-15	
Производительность монтируемого погрузчика, т/ч	15	20	18	30	15	
Максимальная грузоподъемность, т	2,2	2,2	4,5	4,4	2,6	
Скорость, км/ч:						
с грузом	16	16	35	28	16	
без груза	18	18	35	28	18	
Условия выполнения операции						
Параметры рабочего участка:						
длина, м	750	880	1050	930	750	
ширина, м	350	490	450	530	600	
уклон, %	2	3	3	2	3	
Расстояние транспортировки, км	1*	3	8	12	7	
	2	2	6	5	12	
	3	6	5	4	10	
	4	8	9	3	11	
Норма высева семян, 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	0,19	0,23

Вариант	11	12****	13****	14***	15****	
Состав посевного (посадочного) агрегата	БЕЛАРУС-892 + Л-207	БЕЛАРУС-1025.2 + СК-4	БЕЛАРУС-952.3 + СК-2500	БЕЛАРУС-82.1 + СТВ-8КУ	БЕЛАРУС-1221.3 + СКМ-3000	
Высеваемая культура	Картофель	Картофель	Картофель	Кукуруза	Картофель	
Грузовместимость бункера, т: семян	1,20	2,50	2,50	0,28	3,00	
минеральных удобрений	0,24	0,36	0,45	0,33	0,66	
рабочего раствора пестицидов	-	0,40	0,30	-	0,30	
Масса машины, кг	1900	3100	2900	1570	2600	
Кинематическая длина машины, м	5,7	5,6	5,2	2,3	4,4	
Способ агрегатирования	II/приц.	II/навес.	II/навес.	Навес.	II/навес.	
Максимальная агротехнически допустимая скорость, км/ч	8	8	8	8	8	
Удельное тяговое сопротивление при скорости 5 км/ч, кН/м	2,9	3,6	2,8	1,8	3,8	
Темп роста удельного тягового сопротивления, %	3	2	2	3	3	
Мощность на привод рабочих органов, кВт	16,3	18,2	17,9	8,3	20,3	
Ширина захвата рабочая, м	2,8	2,8	3,6	5,6	3,6	
Дополнительные сведения	В технологии ухода применяется агрегат БЕЛАРУС-820 + «Мекосан-650-12Н» с длиной выезда 1,5 м					
Транспортно-загрузочный агрегат	ГАЗ-4509	МАЗ-5551А2	МАЗ-5551А2	ГАЗ-4509	МАЗ-45704	
Максимальная грузоподъемность, т	4,2	7,5	7,5	4,2	4,6	
Скорость, км/ч: с грузом	28	35	35	28	28	
без груза	28	35	35	28	28	
Условия выполнения операции						
Параметры рабочего участка:		560	900	1000	660	780
длина, м		300	400	470	600	350
ширина, м		2,5	3	2,4	4	3,3
уклон, %						
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
Норма высева семян, т/га	1**	2,6	2,5	2,4	2,2	2,3
	2	3,3	3,4	3,5	3,0	2,8
	3	3,1	3,2	3,6	3,1	3,5
	4	3,5	3,6	3,7	3,2	3,4

*Номер подварианта по расстоянию транспортировки.

**Номер подварианта по норме высева семян.

***Доза припосевного внесения минеральных удобрений – 150 кг/га.

****Доза рабочего раствора пестицидов – 110 л/га.

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 нормой высева семян по подварианту 1 (0,21 т/га).

Техническая характеристика тракторов

Показатель	Обозначение	Марка трактора								
		БЕЛАРУС-82.1	БЕЛАРУС-892	БЕЛАРУС-952.3	БЕЛАРУС-920.3	БЕЛАРУС-1025.2	БЕЛАРУС-1221.3	БЕЛАРУС-1523.3	БЕЛАРУС-3022.2	БЕЛАРУС-3522
Масса, кг: эксплуатационная максимально допустимая	$m_{тр}$	4000	4150	4100	4300	4480	5800	6000	11500	12300
		6300	7000	7000	7000	7000	8000	9000	18000	20000
Кинематическая длина*, м	$l_{тр}$	1,20/1,30	1,20/1,30	1,20/1,30	1,20/1,30	1,20/1,30	1,25/1,35	1,25/1,35	1,35/1,40	1,35/1,40
Минимальный радиус поворота, м	$R_{мин}$	4,1	4,1	4,1	4,1	4,9	5,4	5,5	6,5	6,5
Шина задних колес, м	—	15,5R38	18,4R38	16,9R38	18,4R34	18,4R34	18,4R38	520/70R38	620/70R42	710/70R42
Радиус обода задних колес, м	r_o	0,483	0,483	0,483	0,432	0,432	0,483	0,483	0,533	0,533
Высота шины задних колес, м	$h_{ш}$	0,302	0,392	0,354	0,302	0,302	0,392	0,364	0,434	0,497
Марка двигателя	—	Д243С-404 Э	Д245.5-664	Д245.5S2	Д-245.43S2	Д-245	Д-260.2S2	Д-260.1S2	BF06M1013FC	TCD 2013 L06 4V
Номинальная мощность двигателя, кВт	$N_{ен}$	59,6	65,0	70,0	62,0	77,0	96,9	116,0	222,8	261,0
Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, мин ⁻¹	n_n	2200	1800	1800	1800	2200	2100	2100	2300	2200
Удельный расход топлива, г/кВт·ч	$g_{ен}$	226	217	220	229	236	235	250	248	250
Часовой расход топлива при номинальной мощности, кг/ч	$G_{нн}$	13,47	14,11	15,40	14,20	18,17	22,77	29,00	55,25	65,25
Часовой расход топлива при максимальных оборотах холостого хода, кг/ч	$G_{хх}$	3,37	3,53	3,85	3,55	4,54	5,69	7,25	13,81	16,31
Часовой расход топлива на остановках с работающим двигателем, кг/ч	$G_{то}$	1,18	1,23	1,35	1,24	1,59	1,42	1,81	3,45	4,08









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

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

БЕЛАРУС-82.1		БЕЛАРУС-892	БЕЛАРУС-952.3		БЕЛАРУС-920.3	БЕЛАРУС-1025.2		БЕЛАРУС-1221.3	БЕЛАРУС-1523.3	БЕЛАРУС-3022.2		БЕЛАРУС-3522
Передача	$i_{тр}$	$i_{тр}$	Передача	$i_{тр}$	$i_{тр}$	Передача	$i_{тр}$	$i_{тр}$	$i_{тр}$	Передача	$i_{тр}$	$i_{тр}$
1п	330,00	257,41	Id1п	269,84	212,67	Id1	282,20	303,80	387,90	Id1	304,29	335,24
1	241,90	188,69	Id1	204,30	161,02	Id2	235,20	269,80	344,50	Id2	250,60	276,09
2п	187,50	146,26	Id2п	94,40	74,40	Id3	193,40	206,60	263,80	Id3	203,23	223,90
2	142,00	110,76	Id2	71,51	56,36	Id4	159,90	171,20	218,60	Id4	167,37	184,39
3п	110,20	85,96	Id3п	79,56	62,70	Id1	145,50	130,90	167,10	Id5	136,82	150,74
3	83,50	65,13	Id3	60,22	47,46	Id2	130,20	107,60	137,40	Id6	112,68	124,14
4п	90,00	70,20	Id1п	160,69	126,65	Id3	107,00	89,00	113,60	Id1	126,79	139,69
4	68,00	53,04	Id1	121,71	95,93	Id4	88,50	79,90	102,00	Id2	104,42	115,04
5п	75,80	59,13	Id2п	55,54	43,77	Id1	74,30	73,80	94,20	Id3	84,68	93,29
5	57,40	44,77	Id2	42,06	33,15	Id2	60,40	65,70	83,90	Id4	69,74	76,83
6п	64,80	50,55	Id3п	47,28	37,26	Id3	48,90	54,40	69,50	Id5	57,01	62,81
6	49,00	38,22	Id3	35,53	28,00	Id4	41,10	45,10	57,60	Id6	46,95	51,72
7п	52,70	41,11	Id4п	25,26	19,91	Id1	32,80	34,50	44,10	Id1	94,91	104,56
7	39,90	31,12	Id4	19,13	15,08	Id2	26,70	28,30	36,10	Id2	78,16	86,11
8п	44,50	34,71				Id3	21,90	23,40	29,90	Id3	63,38	69,83
8	33,70	26,29				Id4	18,10	19,40	24,80	Id4	52,20	57,51
9п	24,69	19,26								Id5	42,67	47,01
9	18,10	14,12								Id6	35,15	38,72
										IVд1	47,08	51,87
										IVд2	38,78	42,72
										IVд3	31,45	34,65
										IVд4	25,90	28,53
										IVд5	21,17	23,32
										IVд6	17,44	19,21

Примечание. «Id» – номер диапазона;
«1» – 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		$(12 \dots 13)R + 2e$	$1, 1R + 0, 5d_k + e$

**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 (суглинки)	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

Примеры схем образования технологической колеи при посеве

Схема образования технологической колеи при посеве в смежных проходах путем сдвига крайних правых сошников

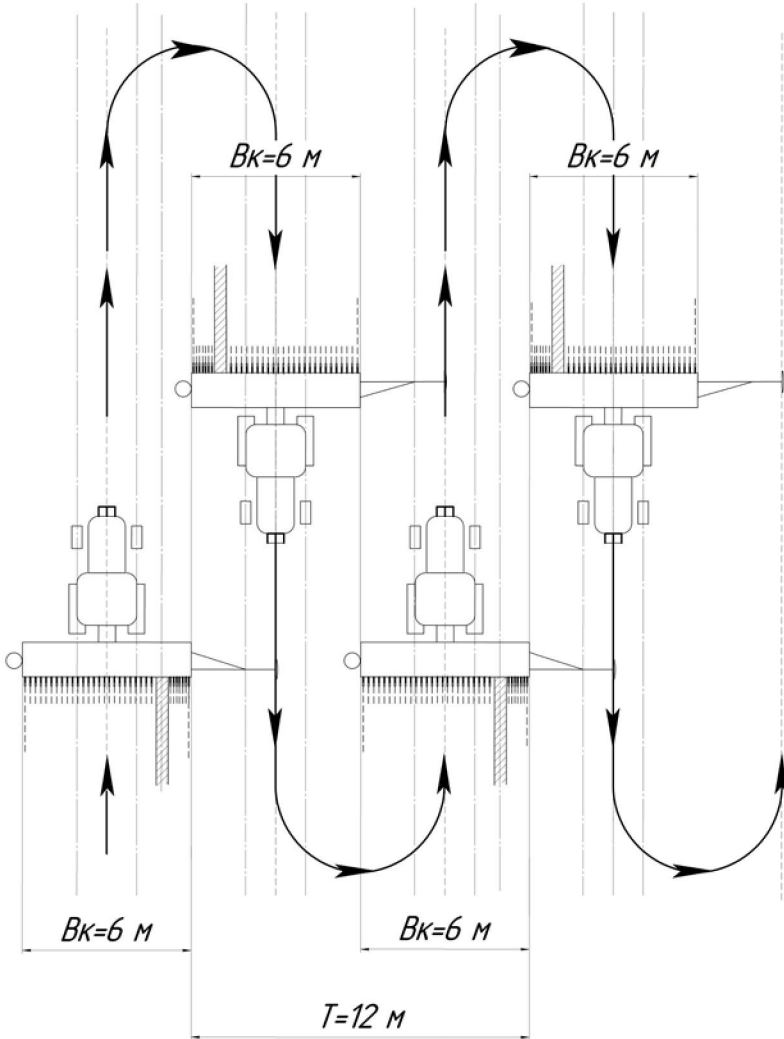
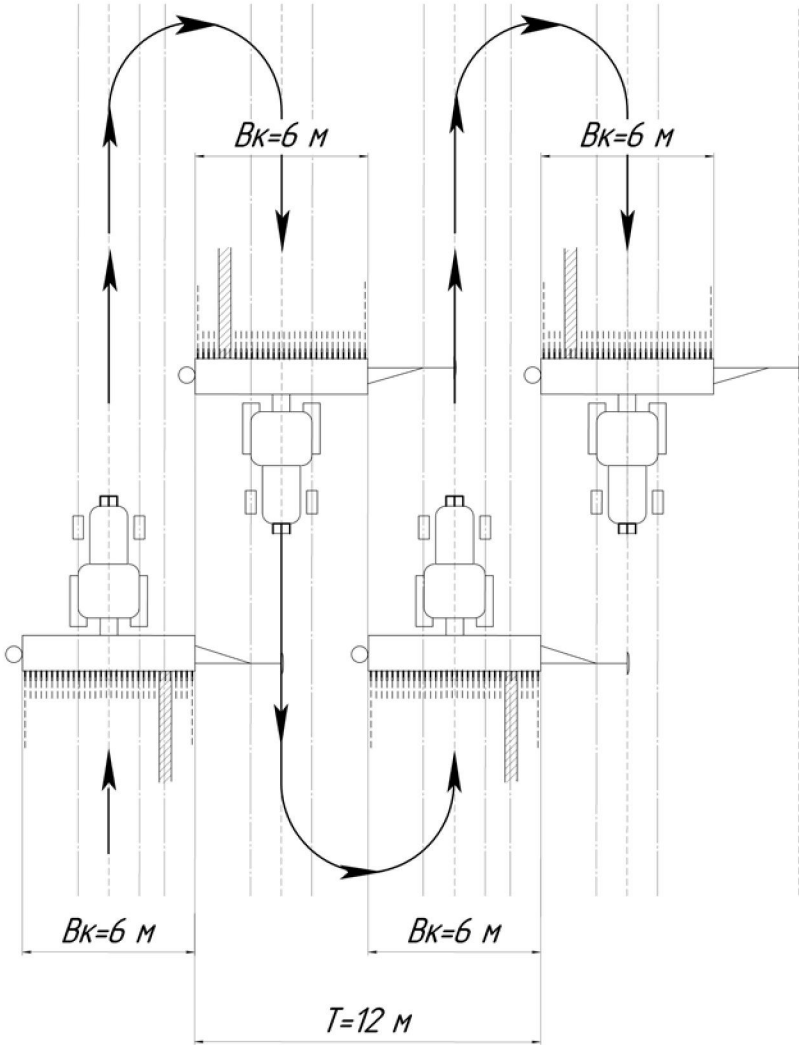
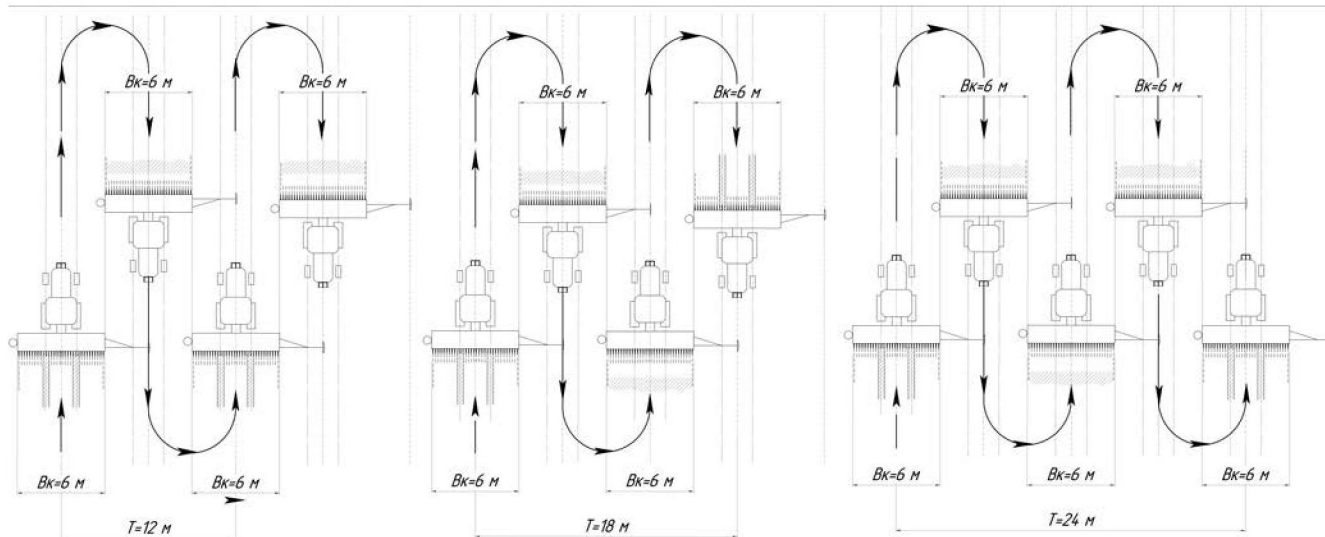


Схема образования технологической колес при посеве в смежных проходах путем постоянного отклонения подачи семян в сошники



Схемы образования технологической колеи при посеве путем управляемого отключения подачи семян в сошники

50



Примеры схем к расчету вылета маркеров сеялки

Схема к расчету вылета маркеров сеялки при вождении центром правого переднего колеса трактора по следу маркера

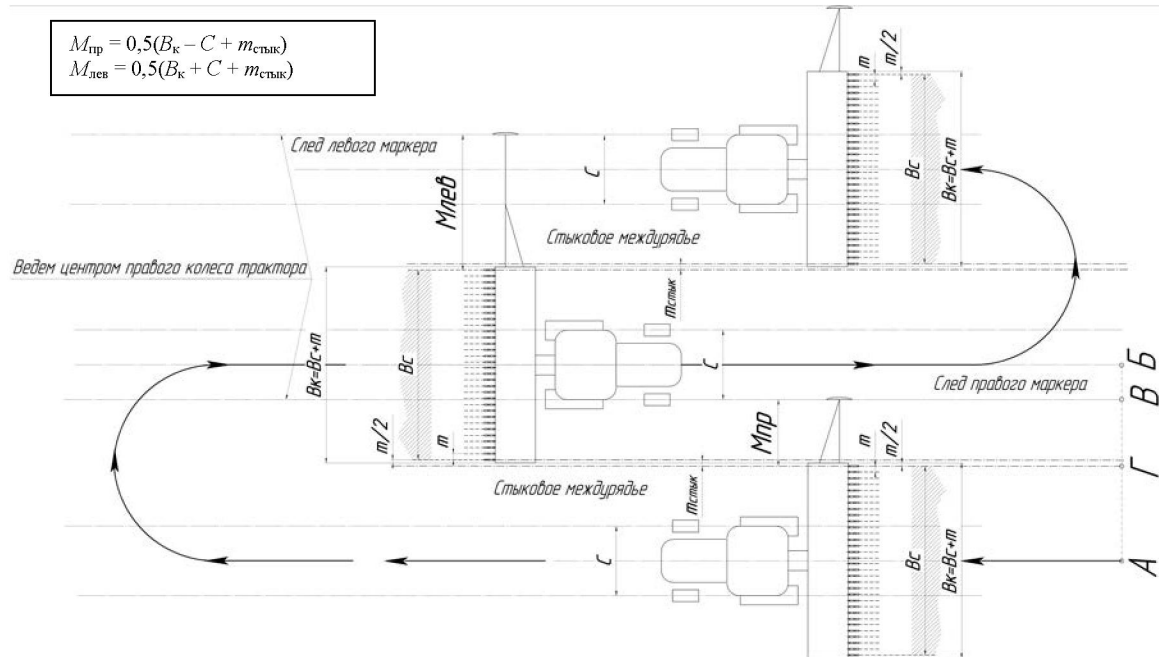


Схема к расчету вылета маркеров сеялки при вождении центром агрегата по следу маркера

$$M_{\text{пр}} = M_{\text{лев}} = 0,5(B_{\text{к}} + m_{\text{стык}})$$

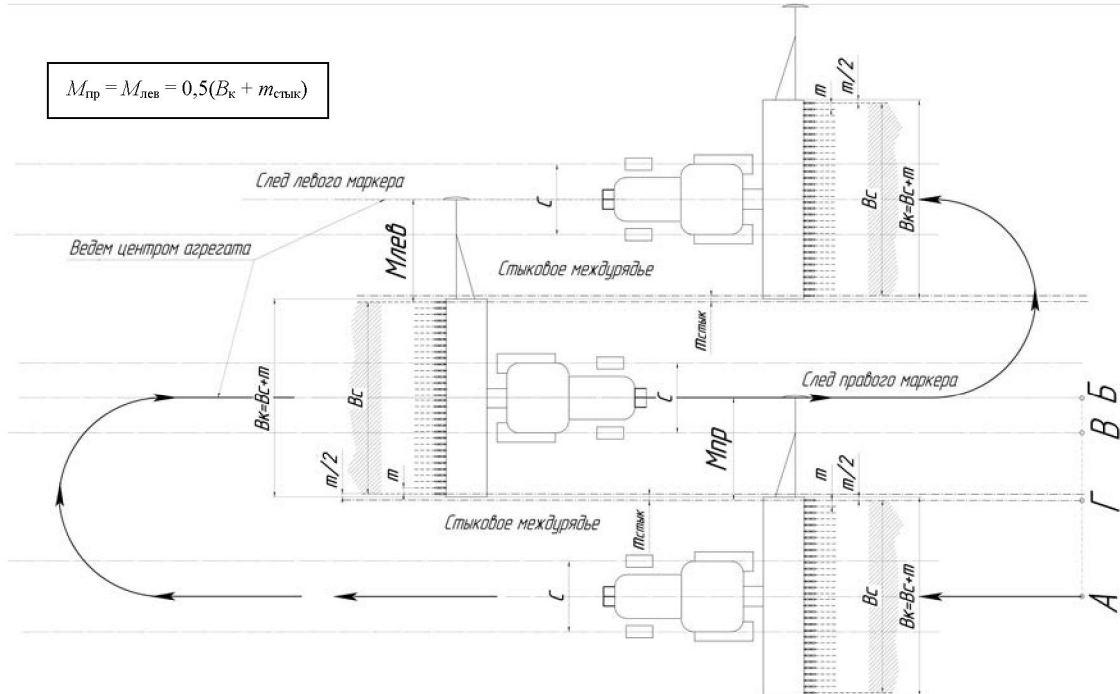
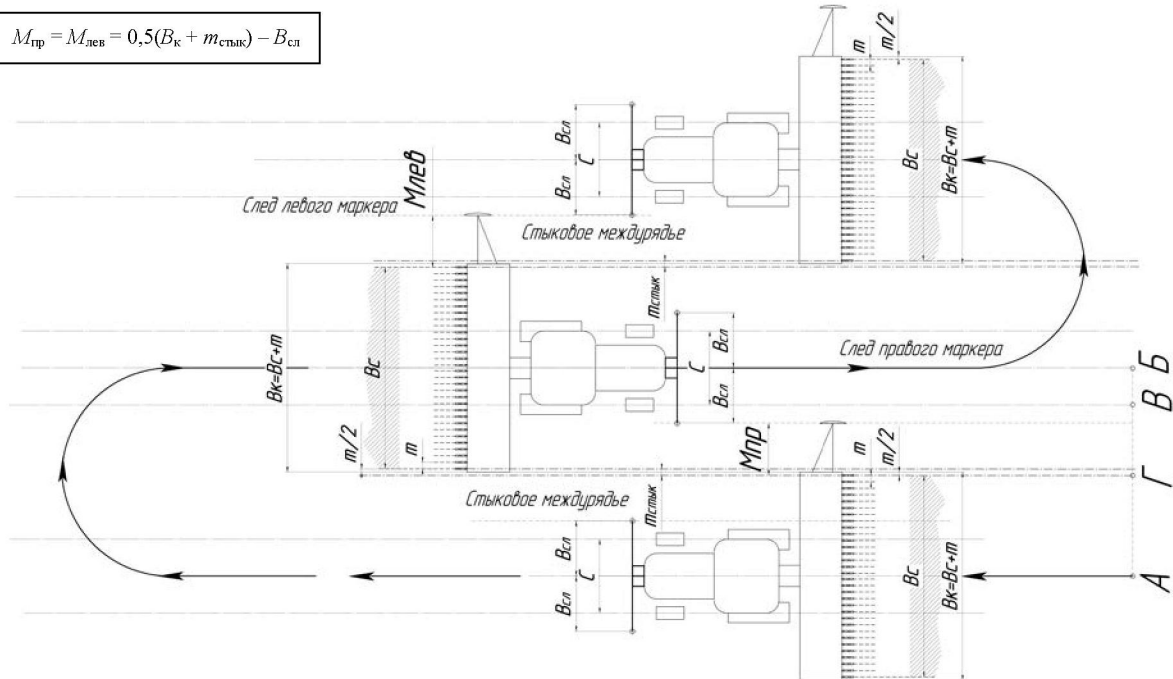


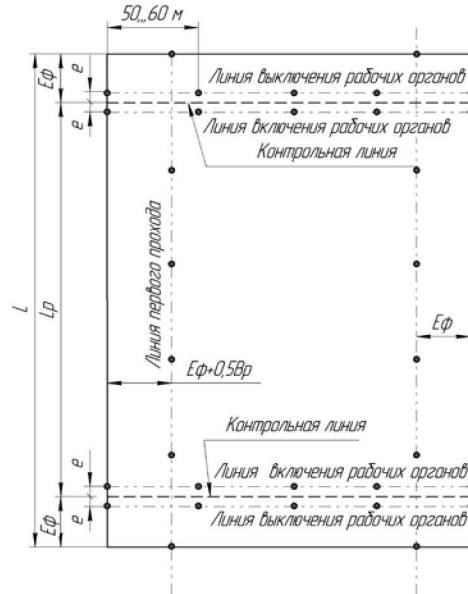
Схема к расчету вылета маркеров сеялки при вождении по следу маркера следоуказателем

$$M_{пр} = M_{лев} = 0,5(B_k + m_{стык}) - B_{сл}$$

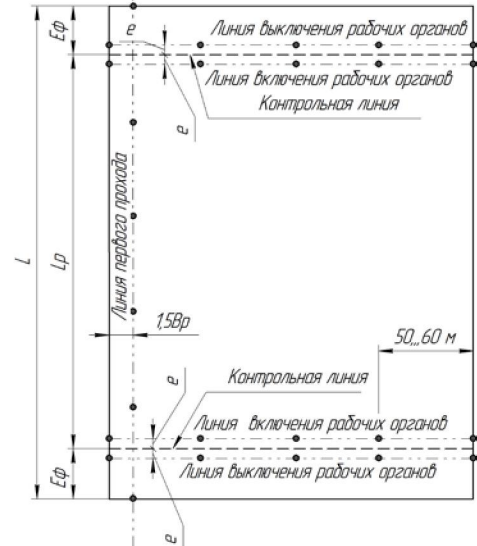


Примеры схем разметки поля

*Схема разметки поля
(обработка полос вкруговую)*

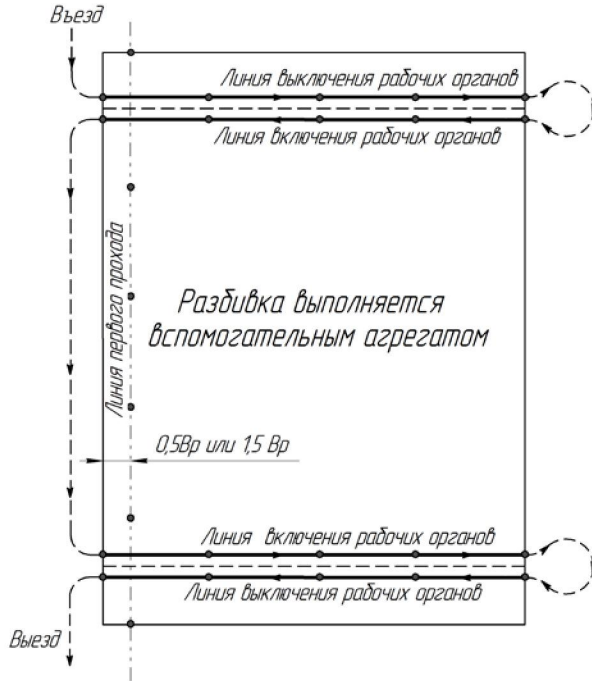


*Схема разметки поля
(обработка полос челночным
способом движения при нечетном
числе проходов)*



Примеры схем разбивки поля

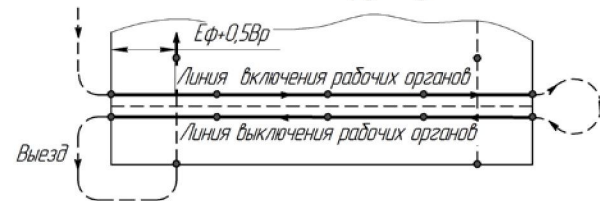
56



Разбивка выполняется посевным агрегатом (посев на поворотных полосах челночным способом)



Разбивка выполняется посевным агрегатом (посев на поворотных полосах вкруговую)



Примеры схем посева на поворотных полосах

