

Нарушение устойчивости движения в данном случае может изменить агротехнические показатели (например, длину резки силосной массы, увеличить повреждаемость зерна и т. д.); привести к перегрузкам в приводе ВОМ, вибрациям и т. д.

Устойчивость движения агрегата и отдельных его частей в продольной вертикальной плоскости влияет на копирование рельефа поля в продольном направлении; равномерность глубины заделки семян отдельными рядами рабочих органов; возможность опрокидывания трактора при больших углах склона и т. д. Устойчивость движения в данном случае зависит от скорости и направления движения; правильности комплектования агрегата; подготовки полей, включая выравнивание и удаление препятствий.

Устойчивость движения в поперечной вертикальной плоскости оценивается качеством поперечного копирования рельефа отдельными машинами и рабочими органами; сползанием и отклонением машин друг относительно друга, а также относительно трактора и т. д.; возможностью поперечного опрокидывания трактора и т. д.

Естественно, при этом нарушаются агротехнические требования и требования безопасности.

Основные условия обеспечения устойчивости движения МТА в поперечной вертикальной плоскости: правильное комплектование агрегата; выбор способа движения и рабочей скорости; хорошая подготовка полей и др.

Основные условия обеспечения устойчивости движения агрегатов. Эти условия весьма разнообразны и многочисленны и в каждом конкретном случае обусловлены видом выполняемой работы и конструктивными особенностями агрегата.

Общими и основными из указанного множества условий являются: высокий уровень конструкторских решений; правильный расчет и последующее практическое комплектование агрегата в натуре изложенными ранее методами; правильная регулировка и настройка соответствующих механизмов и рабочих органов; выбор способа и направления движения МТА; хорошая подготовка полей; повышение квалификации механизаторов; высокий уровень технического обслуживания агрегатов и т. д. Обеспечение строгого выполнения всех изложенных требований к устойчивости движения МТА — одна из основных задач инженерно-технических работников каждого хозяйства.

3.10. ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ И УНИВЕРСАЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Широкое применение комбинированных и универсальных агрегатов — перспективное направление механизации сельского хозяйства. Умелое использование таких агрегатов способствует повышению производительности труда и урожайности сельско-

хозяйственных культур при меньших затратах используемых ресурсов.

Применение комбинированных агрегатов. Под комбинированными МТА, как указано ранее, подразумеваются агрегаты, которые за один проход выполняют несколько разнотипных технологических операций: вспашка с боронованием; сплошная культивация с боронованием; предпосевное рыхление почвы и посев и т. д.

Комбинированные агрегаты составляют путем соединения в агрегате нескольких рядов разнотипных машин — культиваторы и бороны, культиваторы и сеялки и т. д.; закрепления нескольких разнотипных рабочих органов на одной раме в технологической последовательности, например культиваторные лапы и катки и т. д.; создания отдельных комбинированных рабочих органов для выполнения нескольких операций типа лапы-сошника, который одновременно рыхлит почву и высевает семена на заданную глубину.

Широкое применение в сельском хозяйстве получил целый ряд комбинированных агрегатов самого разного назначения. Комбинированный агрегат АКП-5 (ширина захвата 5 м, агрегатируется с трактором класса 5 типа К-701) для основной обработки почвы без оборота пласта под посев озимых зерновых культур. За один проход агрегат рыхлит верхний слой почвы сферическими дисками; подрезает сорняки и пожнивные остатки плоскорезущими рабочими органами; выравнивает поверхность поля; прикатывает и уплотняет нижние слои почвы с дополнительным дроблением глыб в верхнем горизонте. Принцип работы комбинированного почвообрабатывающего агрегата АКП-2,7 (ширина захвата 2,7 м, агрегатируют с тракторами типа Т-150, ДТ-175С) примерно такой же и предназначен для подготовки почвы под посев озимых без оборота пласта. Комбинированный агрегат РВК-7,2 (ширина захвата 7,2 м, агрегатируется с трактором класса 5 типа К-701) предназначен для предпосевной обработки почвы и выполняет за один проход рыхление, выравнивание и прикатывание почвы. Аналогично работают и комбинированные агрегаты для предпосевной обработки почвы РВК-5,4 (ширина захвата 5,4 м, агрегатируют с тракторами класса 3 типа Т-150, Т-150К, ДТ-175С) и РВК-3,6 (ширина захвата 3,6 м, агрегатируют с тракторами типа ДТ-75М и МТЗ-80). Для предпосевной обработки тяжелых почв и посева зерновых культур с внесением минеральных удобрений используют комбинированные агрегаты КА-3,6 с шириной захвата 3,6 м, которые агрегатируют с тракторами типа Т-150, ДТ-175С. Комбинированный агрегат АКР-3,6 с активными рабочими органами используют для предпосевной обработки тяжелых почв под посев озимых культур. Агрегатируют с тракторами типа Т-150, ДТ-175С при ширине захвата 3,6 м.

Основные преимущества комбинированных агрегатов: сокращение промежутка времени между отдельными операциями и соот-

ветствующее повышение урожайности, что особенно важно для операций предпосевной обработки почвы и посева в засушливых районах; снижение уплотняющего воздействия трактора на почву за счет уменьшения числа проходов по полю; повышение производительности труда и уменьшение эксплуатационных затрат, включая расход топлива; более полная загрузка двигателя, особенно при комбинировании малоэнергоёмких операций и др.

Основные недостатки комбинированных агрегатов: усложнение конструкции агрегата и соответственно процесса его комплектования; снижение общей надёжности агрегата из-за увеличения вероятности отказа при большем числе машин; уменьшение маневренности, особенно агрегатов, составляемых из обычных однооперационных машин. Комплектуют комбинированные агрегаты с учетом условий работы, чтобы свести к минимуму влияние отмеченных отрицательных факторов.

Применение универсальных агрегатов. Универсальными называют агрегаты, выполняющие несколько разных технологических операций, разделенных во времени, путем замены рабочих органов на общей раме или путем отдельного включения разнотипных рабочих органов, постоянно закрепленных на раме. В первом случае основное преимущество универсальных агрегатов заключается в меньшей металлоёмкости операций, однако периодическая замена рабочих органов связана с дополнительными потерями времени смены. Отмечены также дополнительные организационные трудности, связанные с качественным хранением сменяемых рабочих органов.

Во втором случае при комплектовании МТА потери времени меньше. Основным недостатком таких агрегатов — необходимость перемещения по полю выключаемых на данной операции рабочих органов.

В каждом конкретном случае необходимо использовать такие универсальные агрегаты, которые могут существенно повысить производительность при меньших эксплуатационных затратах.

Например, универсальными агрегатами в первом случае могут быть зерноуборочные комбайны с приспособлениями для уборки различных культур, ходер для уборки сои, приспособления для уборки подсолнечника и кукурузы и др.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие основные требования предъявляют к МТА и какие факторы при этом учитывают? 2. Какие ограничения учитывают при комплектовании агрегатов? 3. Укажите основные схемы агрегатирования прицепных, навесных и полунавесных машин. 4. Какими способами определяют число машин в агрегате? 5. В какой последовательности рассчитывают агрегат аналитическим способом? 6. Как загружают двигатель, если число машин в агрегате не может быть увеличено по различным причинам? 7. Как выбирают сцепку для многомашинного агрегата? 8. Какие

особенности учитывают при расчете комплексных и навесных агрегатов? 9. Чем ограничивается число прицепов в составе транспортного агрегата? 10. В чем состоит особенность расчета рабочей скорости тягово-приводного агрегата? 11. От каких частных коэффициентов зависит КПД агрегата? 12. В чем заключается технологическая наладка машин и агрегатов? 13. При каких способах требуются соответственно один и два маркера? 14. По каким частным видам устойчивости оценивают общую устойчивость движения агрегата? 15. В чем заключаются преимущества и недостатки комбинированных и универсальных агрегатов? 16. Какие типы комбинированных агрегатов используют для основной и предпосевной обработки почвы?

Глава 4

ДВИЖЕНИЕ МАШИНО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ (КИНЕМАТИКА АГРЕГАТОВ)

4.1. ЗНАЧЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБОВ ДВИЖЕНИЯ АГРЕГАТОВ

Характерной отличительной особенностью машинно-тракторных агрегатов, как указывалось ранее, является выполнение технологического процесса путем перемещения по полю. Поскольку размеры поля ограничены, то наряду с полезными рабочими ходами при включенных рабочих органах имеют место и непроезжительные холостые повороты с выключенными рабочими органами. Задача при этом состоит в том, чтобы холостой путь агрегата и соответствующие потери времени, топлива и других ресурсов были как можно меньше при высоком качестве технологического процесса. Успешное решение такой актуальной задачи возможно не только за счет создания высокоманевренных агрегатов с малым радиусом поворота, но в значительной степени и за счет правильного выбора способа движения МТА и хорошей подготовки полей непосредственно в условиях эксплуатации.

Под способом движения агрегата подразумевают закономерность его перемещения по полю при выполнении технологического процесса. Эта закономерность характеризуется геометрической формой траектории при рабочем ходе (прямолинейная, криволинейная и т. д.), а также радиусом и видом поворота.

Поля в зависимости от выбранного способа движения подготавливают, выполняя комплекс операций по разбивке поля на загоны (отдельные рабочие участки) требуемой геометрической формы и размера, а также по отбивке поворотных полос требуемой ширины.

Часть дисциплины, в которой излагаются методы решения указанных задач, называют кинематикой агрегатов по аналогии с соответствующим разделом курса теоретической механики. Таким образом, основной задачей кинематики агрегатов является обоснование методов выбора рациональных способов движения МТА и подготовки полей с учетом следующих основных требований: высокое ка-

чество выполнения работы; высокая производительность при возможно меньшем расходе топлива и других ресурсов на единицу выполняемой работы; обеспечение безопасных условий работы для механизаторов и всего агрегата; наименьшее отрицательное воздействие на окружающую среду (почву, культурные растения и т. д.).

При успешном решении задач кинематики агрегатов будет иметь место эффект сложения показателей ресурсосбережения с полученными при комплектовании МТА. Неудачный выбор способа движения, наоборот, может существенно снизить показатели работы МТА как по производительности, так и по ресурсосбережению. Следовательно, инженерно-технические работники хозяйств должны в достаточной степени владеть современными методами эффективного решения задач кинематики агрегатов, которые будут рассмотрены далее.

4.2. КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АГРЕГАТА И РАБОЧЕГО УЧАСТКА

Кинематические характеристики МТА зависят от конструктивных параметров и особенностей устройства трактора, сцепки и рабочих машин. К таким кинематическим характеристикам МТА относятся: кинематический центр; кинематическая длина; длина выезда; кинематическая ширина; радиус и центр поворота; ширина захвата. Отдельно для трактора основными кинематическими характеристиками являются ширина колеи и продольная база, а для сцепки и рабочей машины определяют кинематическую длину.

Под кинематическим центром агрегата в соответствии с рисунком 4.1 подразумевают условную геометрическую точку u на плоскости движения (поверхности поля), траекторию которой рассматривают как траекторию МТА в процессе движения по полю. Такое упрощение приемлемо в связи с пренебрежимо малыми размерами МТА по сравнению с размерами обрабатываемого участка или загона. Положение центра агрегата зависит от конструктивных особенностей трактора и ориентировочно определяется местом расположения сиденья тракториста.

Для агрегатов, составляемых на базе колесных тракторов с жесткой рамой, точка u определяется как проекция середины задней ведущей оси трактора на плоскость движения (рис. 4.1, *а*). Если ко-

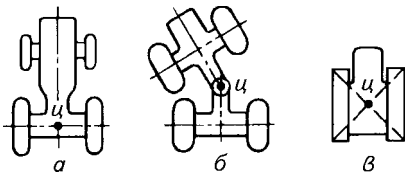


Рис. 4.1. Основные схемы расположения кинематического центра агрегата:

а и *б* — на базе колесного трактора соответственно с жесткой рамой и с шарнирно-сочлененной рамой; *в* — на базе гусеничного трактора

лесный трактор имеет шарнирно-сочлененную раму, то за центр агрегата принимают проекцию на плоскость движения центра шарнира (4.1, б). Для агрегатов с гусеничными тракторами точка $ц$ соответствует проекции на плоскость движения точки пересечения диагоналей, проведенных через наружные края гусениц (рис. 4.1, в).

Кинематической длиной агрегата l_k называют проекцию на плоскость движения расстояния между центром агрегата и плоскостью, перпендикулярной продольной оси трактора и проходящей через наиболее удаленный по ходу МТА рабочий орган машины при прямолинейном движении. Как видно из рисунка 4.2, а, кинематическая длина агрегата l_k складывается из кинематических длин трактора l_T , сцепки l_c и рабочей машины l_M , т. е.

$$l_k = l_T + l_c + l_M.$$

Длиной выезда агрегата e называют расстояние, на которое перемещается центр агрегата от контрольной линии (границы обрабатываемого участка) по ходу МТА перед началом и в конце поворота. Такое перемещение МТА необходимо для вывода рабочих органов машин последнего ряда на контрольную линию.

Численное значение e приближенно можно принять пропорциональным кинематической длине агрегата, т. е.

$$E = a_e l_k, \quad (4.1)$$

где a_e — коэффициент пропорциональности.

Кинематическая ширина агрегата d_k равна расстоянию между проекциями на плоскость движения продольной оси трактора и параллельной ей линии, проходящей через наиболее удаленную точку агрегата (см. рис. 4.2, а). Различают значения d_k вправо и влево от проекции продольной оси трактора, которые одинаковы для симметричного агрегата, и наоборот. Указанные расстояния учитывают при определении ширины поворотной полосы.

Средний радиус поворота агрегата R (рис. 4.2, б) приближенно определяют как расстояние от центра агрегата $ц$ до условного центра поворота O . Обычно при повороте центр агрегата перемещает-

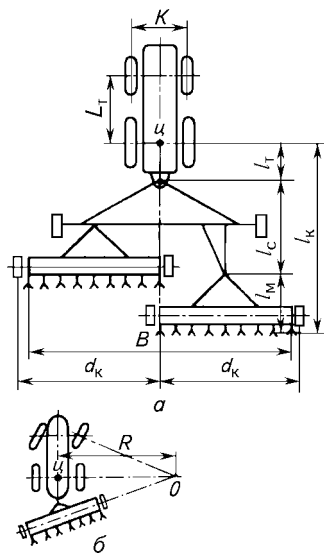


Рис. 4.2. Основные кинематические характеристики агрегата:

B — ширина захвата агрегата; K — колея; L_T — продольная база трактора

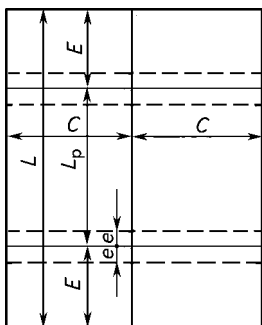


Рис. 4.3. Кинематические характеристики рабочего участка

ся не по окружности, а по дуге более сложной формы, так как изменяется и положение самого центра поворота. Не остается постоянным и радиус поворота агрегата, однако при эксплуатационных расчетах с достаточной точностью принимают некоторые усредненное значение R , определяемое с учетом ширины захвата агрегата и рабочей скорости.

Кинематические характеристики рабочего участка определяются общей L и рабочей L_p длиной гона; шириной загона C ; шириной поворотной полосы E ; длиной выезда e (рис. 4.3.).

Рабочим участком считают часть поля, выделенную для выполнения данной сельскохозяйственной операции.

Загон представляет собой часть рабочего участка прямоугольной формы, выделенную для работы на ней преимущественно одного или группы агрегатов. Общая площадь загона зависит от длины гона L , ширины загона C , а также от ширины захвата агрегата и принятого способа движения. На обоих концах каждого загона выделяют поворотные полосы шириной E . Соответствующая рабочая длина гона

$$L_p = L - 2E.$$

Поворотные полосы отделяют контрольными линиями, от которых в обе стороны на расстояние длины выезда агрегата e прокладывают линии включения и выключения рабочих органов соответственно в начале и в конце рабочего хода. В последующих расчетах упрощенно используют только общую длину гона L .

Предварительная разбивка поля на загоны имеет исключительное важное значение как для высококачественной работы, так и для повышения производительности агрегатов и снижения эксплуатационных затрат. Подготовка поля самим работающим (основным) агрегатом непосредственно перед началом работы связана с большими потерями времени и с существенным уменьшением сменной выработки при повышенном расходе топлива. Особенно это относится к МТА, составляемым на базе мощных тракторов типа К-701, ДТ-175 С, Т-150, Т-150 К.

Кроме того, не всякий тракторист может выделить загон прямоугольной формы с требуемой точностью. Поэтому к концу работы на загоне остаются клинья и стыковые полосы, на обработку которых также затрачиваются дополнительное время и топливо.

Поэтому желательно в каждом хозяйстве иметь специальные агрегаты сравнительно небольшой производительности для предварительной разбивки поля на загоны. Содержание таких вспомо-

гательных агрегатов окупается существенным увеличением производительности основных агрегатов, избавленных от выполнения операций по подготовке полей.

4.3. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПОВОРОТОВ МТА

Движение МТА в процессе работы чаще состоит из прямолинейных рабочих ходов и холостых поворотов с выключенными рабочими органами. Однако при круговом способе движения МТА может совершать повороты также и без выключения рабочих органов.

Повороты — наиболее сложный элемент кинематики агрегатов, поэтому при выборе вида поворота необходимо учитывать высокое качество выполняемой работы; возможно меньшую ширину поворотной полосы и длину холостого пути агрегата; меньшие потери времени и топлива на холостые повороты; обеспечение безопасных условий работы; меньшее отрицательное воздействие на окружающую среду, особенно на почву. Все виды поворотов МТА для удобства изучения делят на петлевые и беспетлевые, а также по углу поворота — на 90 и 180° . Наиболее широко на практике применяют повороты МТА, представленные на рисунке 4.4. Повороты *a*, *б*, *д*, *e*, *ж*, *з* совершаются на 180° , а *в* и *г* — на 90° .

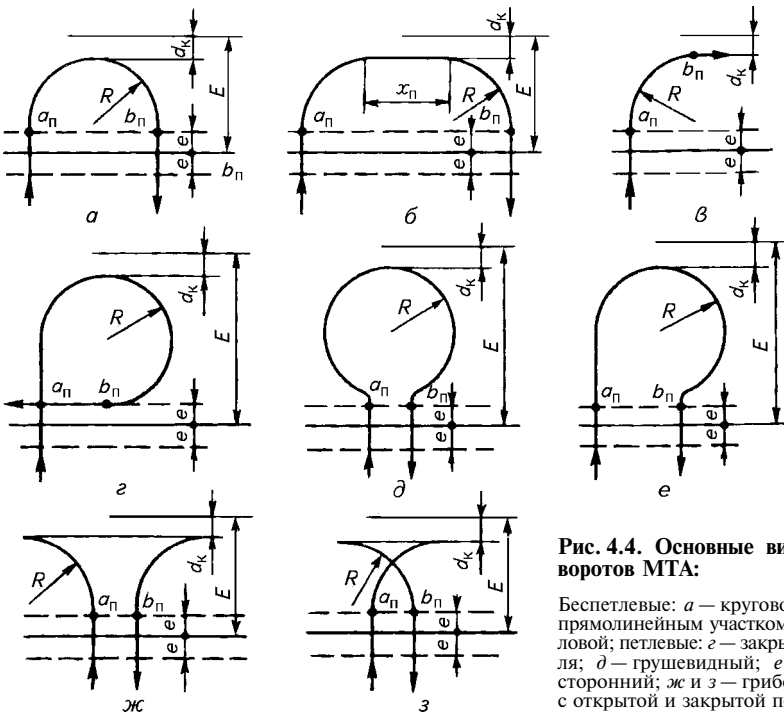


Рис. 4.4. Основные виды поворотов МТА:

Беспетлевые: *a* — круговой; *б* — с прямолинейным участком; *в* — угловой; петлевые: *г* — закрытая петля; *д* — грушевидный; *e* — односторонний; *ж* и *з* — грибовидные с открытой и закрытой петлей

Важнейшие кинематические характеристики всех видов поворотов — длина $l_{\text{п}}$, радиус поворота R , а также ширина поворотной полосы E . Под R и E при этом подразумевают их минимальные возможные значения с учетом изложенных ранее требований. Длина поворота $l_{\text{п}}$, как видно из рисунка 4.4, равна длине траектории центра агрегата от точки начала поворота $a_{\text{п}}$ до точки его завершения $в_{\text{п}}$, которая зависит от вида и радиуса R поворота. Общую длину пути агрегата за время одного поворота

$$L_{\text{п}} = l_{\text{п}} + 2e. \quad (4.2)$$

Минимальная ширина поворотной полосы E зависит от R и e , а также от кинематической ширины агрегата $d_{\text{к}}$.

Соответствующие зависимости для определения $L_{\text{п}}$ и E применительно к представленным на рисунке 4.4 основным видам поворотов МТА приведены в таблице 4.1.

4.1. Зависимости для определения общей длины поворота и ширины поворотной полосы

Вид поворота	$L_{\text{п}}$, м	E , м
Беспетлевой:		
круговой	$(3,2...4,0)R + 2e$	$1,1R + d_{\text{к}} + e$
с прямолинейным участком	$(1,4...2,0)R + x_{\text{п}} + 2e$	$1,1R + d_{\text{к}} + e$
угловой	$(1,6...1,8)R + 2e$	$1,1R + d_{\text{к}} + e$
Петлевой:		
с закрытой петлей	$(5,0...6,5)R + 2e$	$2R + d_{\text{к}} + e$
грушевидный	$(6,6...8,0)R + 2e$	$2,8R + d_{\text{к}} + e$
односторонний	$(6,0...7,5)R + 2e$	$2,6R + d_{\text{к}} + e$
грибовидный с открытой петлей	$(4,1...5,0)R + 2e$	$1,1R + d_{\text{к}} + e$
грибовидный с закрытой петлей	$(5,0...5,5)R + 2e$	$1,1R + d_{\text{к}} + e$

Пр и м е ч а н и е. $x_{\text{п}}$ — прямолинейный участок траектории при повороте.

Продолжительность одного поворота МТА, с,

$$t_{\text{п}} = L_{\text{п}}/v_{\text{х}} = (l_{\text{п}} + 2e)/v_{\text{х}}, \quad (4.3)$$

где $L_{\text{п}}$ — общая длина поворота, м; $v_{\text{х}}$ — средняя скорость агрегата при повороте, м/с.

Радиус поворота R зависит от рабочей ширины захвата B и скорости $v_{\text{х}}$ движения при повороте. При значениях $v_{\text{х}}$ до 1,4 м/с (5 км/ч) радиус поворота R принимают пропорциональным ширине захвата агрегата B :

$$R = a_{R_0}B, \quad (4.4)$$

где a_{R_0} — коэффициент пропорциональности.

Если $v_{\text{х}}$ больше 1,4 м/с, значение R , полученное из формулы (4.4),

умножают на соответствующий поправочный коэффициент, принимая

$$R = a_{R0} a_{RV} B, \quad (4.5)$$

где a_{RV} — поправочный коэффициент на скорость. Численные значения a_{R0} и a_{RV} для основных видов МТА приведены в таблице 4.2.

4.2. Усредненные значения a_{R0} и a_{RV} для навесных (числитель) и прицепных (знаменатель) агрегатов

Тип агрегата	a_{R0}	a_{RV}		
	1,4	$v_x, \text{ м/с (км/ч)}$		
		1,94(7)	2,5(9)	3,33(12)
Пахотные	3/4,50	1,05/1,15	1,20/1,42	1,35/1,60
Для предпосевной обработки	0,90/1,40	1,06/1,12	1,32/1,55	1,46/1,75
Посевные и посадочные (одно- двухмашинные)	1,10/1,60	1,08/1,32	1,41/1,57	1,58/1,80
Посевные (трех- и пятисеялочные)	0,90/1,30	1,08/1,32	1,41/1,57	1,58/1,58
Пропашные (культиваторные)	0,80/1,20	1,06/1,35	1,34/1,68	1,48/1,85
Косилочные	0,90/1,20	1,09/1,30	1,46/1,62	1,52/1,82
Жатвенные	0,90/1,40	1,09/1,90	1,46/1,62	1,52/1,82

Длина выезда агрегата e , как видно из формулы (4.1), прямо пропорциональна кинетической длине l_k , которая, в свою очередь, возрастает с увеличением ширины захвата агрегата B . Поэтому длину выезда МТА приближенно можно принять пропорциональной ширине захвата

$$e = a_e B_p. \quad (4.6)$$

При практических расчетах в зависимости от выполняемого процесса приближенно можно принять следующее значение a_e :

Вспашка	Лущение и дискование	Сплошная междурядная культивация	Боронование	Прикатывание	Посев зерновых культур
1,5	0,5	0,8	0,4	0,3	0,7

4.4. СПОСОБЫ ДВИЖЕНИЯ МТА

Способы движения МТА классифицируют по направлению рабочих ходов (гоновый, диагональный, круговой), способу подготовки обрабатываемого участка (загонный, беззагонный), виду по-

ворота (петлевой, беспетлевой и т. д.), направлению поворота (правоповоротный, левоповоротный), числу одновременно обрабатываемых загонов (однозагонный, многозагонный).

Основной классификационный признак способа движения МТА — направление рабочих ходов, от которого непосредственно зависят показатели холостого хода агрегатов. Схемы основных способов движения МТА по направлению рабочих ходов показаны на рисунке 4.5.

При гоновых способах движения агрегат совершает прямолинейные рабочие ходы параллельно одной или двум сторонам загона с холостыми поворотами на обоих концах (рис. 4.5, а...е). В зависимости от вида холостого поворота МТА гоновые способы движения подразделяют на петлевые (рис. 4.5, а...з) и беспетлевые (рис. 4.5, д, е).

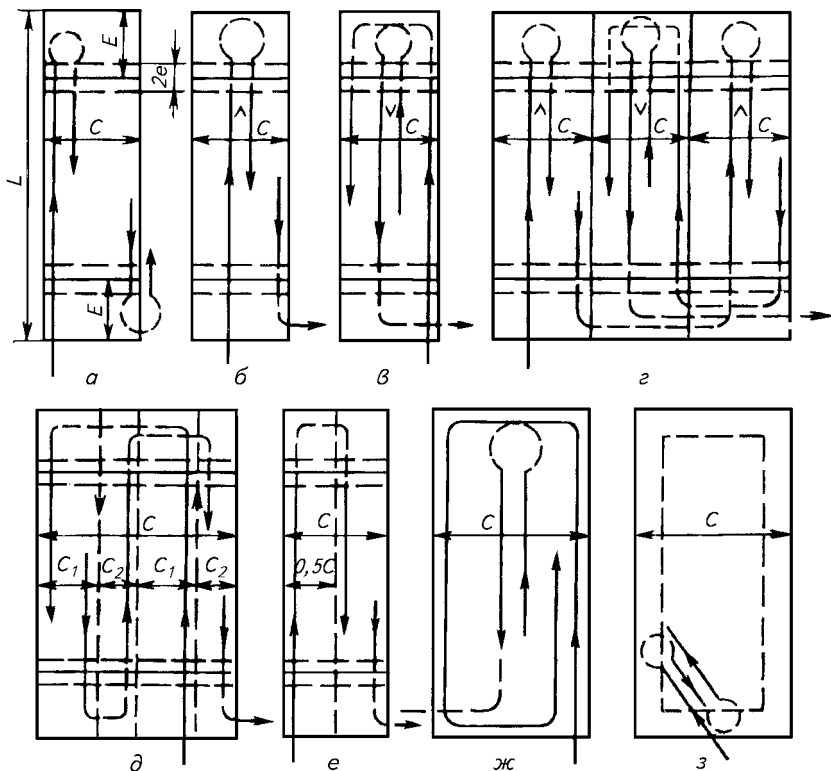


Рис. 4.5. Схемы основных способов движения МТА по направлению рабочих ходов:

гоновые петлевые: а — челночный; б — всвал; в — вразвал; г — чередование способов всвал и вразвал; гоновые беспетлевые: д — комбинированный; е — перекрытием; ж — круговой от периферии к центру; з — диагональный; V — развальная борозда; Λ — свальный гребень

Гоновой способ движения агрегата считают петлевым, если в процессе обработки загона совершается хотя бы один петлевой поворот (см. рис. 4.4).

Гоновой челночный способ движения (рис. 4.5, а) — один из самых распространенных благодаря своей простоте, и для него не надо разбивать поле на загоны. Этим способом выполняют подавляющее большинство операций: внесение удобрений; лушение стерни и дискование; плоскорезную обработку почвы; вспашку оборотным и фронтальным плугами; боронование при небольшой ширине захвата агрегата; сплошную культивацию; прикатывание почвы; посев и посадку сельскохозяйственных культур; междурядную обработку пропашных культур; уборку сельскохозяйственных культур агрегатами с фронтальными рабочими органами, навешиваемыми на трактор спереди, и др.

Названия гоновых петлевых способов движения всвал, вразвал и чередование загонов всвал и вразвал (см. рис. 4.5, б...г) связаны с вспашкой и, естественно, их чаще применяют на этой операции. Однако эти способы движения возможны и на некоторых других операциях, включая лушение стерни и дискование, боронование, посев зерновых (непропашных) культур; уборку сельскохозяйственных культур и др. Чередуя способы движения всвал и вразвал при вспашке, почти в два раза уменьшается число свальных гребней и развальных борозд. При этом нечетные загоны обрабатывают в направлении слева направо всвал, а четные — в обратном направлении способом вразвал. При этом длина пути холостых переездов агрегата с одного загона на другой уменьшится. Гоновой беспетлевой комбинированный способ движения (см. рис. 4.5, д) при разных соотношениях между шириной попарно равных частей загона C_1 , C_2 чаще применяют на вспашке, а также на уборке картофеля и сахарной свеклы, где для громоздких и тяжелых машин нежелательны петлевые повороты. Беспетлевой способ движения перекрытием (рис. 4.5, е) чаще применяют на междурядной культивации.

При *диагональном способе движения* рабочие ходы агрегата совершаются под острым или тупым углом к сторонам загона (см. рис. 4.5, з). Возможны несколько вариантов диагональных способов движения: обработка загона от одного угла до противоположного (см. рис. 4.5, з); от диагонали загона поочередно к противоположным углам; диагонально-перекрестный и т. д.

Диагональный способ движения рекомендуют применять на тех операциях, при выполнении которых агрегат должен двигаться под острым или тупым углом к направлению предшествующей обработки. К таким операциям относятся: лушение стерни и дискование, боронование, прикатывание почвы, узкорядный посев зерновых культур.

При *круговом способе движения* МТА рабочие ходы совершаются вдоль всех четырех сторон загона без исключения рабочих ор-

ганов, за исключением середины загона, где неизбежны несколько холостых петлевых поворотов. Различают круговые способы движения от периферии к центру (см. рис. 4.5, *ж*) и от центра к периферии в направлении, обратном первому варианту.

Круговой способ движения применяют на тех операциях, где возможен поворот агрегата без выключения рабочих органов: лущение стерни и дискование, боронование, прикатывание почвы, уборка наземной части урожая.

На практике более простым является движение агрегата от периферии к центру. Однако для сохранения животных и птиц при уборке трав и хлебов рекомендуют движение от центра к периферии, чтобы животные и птицы могли беспрепятственно уйти с обрабатываемого участка. Для этого необходима соответствующая предварительная подготовка полей — прокосы для первых проходов агрегатов.

Почти каждую операцию можно выполнять несколькими способами движения агрегата. Поэтому в зависимости от конкретных условий работы следует выбирать такой способ движения из возможных, при котором обеспечивается высокое качество работы при наименьших потерях времени смены, топлива и других ресурсов на непроизводительные холостые ходы агрегатов.

4.5. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ВЫБОР СПОСОБА ДВИЖЕНИЯ МТА. КОЭФФИЦИЕНТ РАБОЧИХ ХОДОВ И ОПТИМАЛЬНАЯ ШИРИНА ЗАГОНА

При высоком качестве работы и прочих равных условиях, включая безопасность механизаторов, предпочтение следует отдавать такому способу движения, при котором длина холостого пути агрегата будет наименьшей. Суммарную длину холостого пути агрегата при всех способах движения определяют по формуле

$$S_x = n_3(S_6 + S_n + S_3) + S_d + S_{п.п}, \quad (4.7)$$

где n_3 — число обработанных загонов; S_6, S_n — суммарная длина беспетлевых и петлевых поворотов на одном заgone; S_3 — длина холостого пути при переезде с одного загона на другой; S_d — суммарная длина холостого пути при дополнительных заездах для заравнивания свальных гребней и развальных борозд, а также для обработки стыков, клиньев и т. д.; $S_{п.п}$ — суммарная длина холостого пути при обработке поворотных полос.

Подставив в формулу (4.7) значения слагаемых для каждого конкретного способа движения, можно определить соответствующее значение S_x . Число загонов

$$n_3 = \frac{10^4 F_n}{CL}, \quad (4.8)$$

где F_n — общая площадь обработанного поля, га; C — ширина загона, м; L — длина гона, м.

При $F_{п} = 1$ га получим длину холостого пути агрегата в расчете на 1 га. Численные значения $S_{б}$ и $S_{п}$ для каждого способа движения находят по таблице 4.1. На основании этих данных, а также формул (4.4)...(4.8) можно заключить, что длина холостого пути агрегата $S_{х}$ непосредственно зависит от длины гона L , ширины загона C и рабочей ширины захвата B агрегата:

$$S_{х} = f_{s}(L, C, B). \quad (4.9)$$

Соответствующая длина рабочего пути агрегата упрощенно

$$S_{р} = n_{р}L = CL/B = 10^4 F_{п}/B, \quad (4.10)$$

где $n_{р}$ — общее число рабочих ходов.

Коэффициент рабочих ходов агрегата при этом

$$\varphi_{р} = S_{р}/(S_{р} + S_{х}). \quad (4.11)$$

Этот коэффициент является своеобразным кинематическим КПД агрегата, характеризующим степень полезного использования пройденного агрегатом пути. Например, при $\varphi_{р} = 0,90$ из каждых 100 м пройденного агрегатом пути рабочий путь $S_{р}$ составляет 90 м (90 %), а холостой путь — 10 м (10 %).

На основании уравнений (4.9)...(4.11) можно сделать вывод, что коэффициент рабочих ходов агрегата $\varphi_{р}$ также является функцией длины гона L , ширины загона C и ширины захвата агрегата B и по аналогии с формулой (4.9) можно принять

$$\varphi_{р} = f_{\varphi}(L, C, B). \quad (4.12)$$

При прочих равных условиях желательно, чтобы холостой путь агрегата $S_{х}$ был как можно меньше, а коэффициент рабочих ходов соответственно больше.

В формулах (4.9) и (4.12) длина гона L зависит от размера поля, а ширина захвата агрегата B обусловлена ранее рассмотренными методами комплектования агрегатов.

Таким образом, в условиях эксплуатации уменьшение $S_{х}$ или увеличение $\varphi_{р}$ возможно лишь за счет соответствующего выбора ширины загона. Оптимальная ширина загона $C_{\text{опт}}$, при которой $S_{х}$ и $\varphi_{р}$ имеют соответственно минимальное $S_{х \text{ min}}$ и максимальное $\varphi_{р \text{ max}}$ значения, определяют методами нахождения экстремума функции. Как известно, для этого необходимо взять производную функции (4.9) по C и приравнять ее нулю

$$dS_{х}/dC = 0. \quad (4.13)$$

Найденная из формулы (4.13) ширина загона и будет оптимальной $C_{\text{опт}}$, которой соответствуют $S_{х \text{ min}}$ и $\varphi_{р \text{ max}}$.

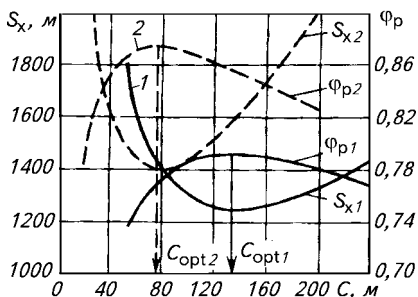


Рис. 4.6. Зависимости длины холостого пути и коэффициента рабочих ходов пахотных агрегатов от ширины загона при длине гона 600 м:

1 — $B_1 = 2,1$ м; 2 — $B_2 = 1,05$ м

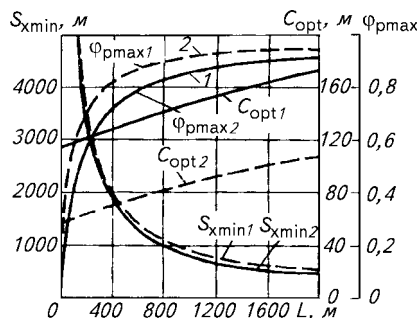


Рис. 4.7. Зависимости основных оптимальных показателей холостого хода пахотных агрегатов от длины гона при чередовании способов движения всвал и вразвал:

1 — $B_1 = 2,1$ м; 2 — $B_2 = 1,05$ м

Закономерности изменения S_x и φ_p в зависимости от ширины загона C и ширины захвата агрегата B показаны на рисунке 4.6 на примере двух пахотных агрегатов с разной шириной захвата: $B_1 = 2,1$ м (плуг ПЛП-6-35) и $B_2 = 1,05$ (плуг ПЛН-3-35) при длине гона $L = 600$ м для чередования способов движения всвал и вразвал.

Из полученных результатов наглядно видно наличие оптимальной ширины загона C_{opt} при $S_{x\min}$ и $\varphi_{p\max}$. При этом с увеличением ширины захвата агрегата B численное значение C_{opt} возрастает. С увеличением длины гона L , как показано (рис. 4.7) для тех же пахотных агрегатов, численные значения $\varphi_{p\max}$ и C_{opt} возрастают, а $S_{x\min}$ уменьшаются. Увеличение ширины захвата агрегата B приводит к росту C_{opt} и $S_{x\min}$ при уменьшении $\varphi_{p\max}$.

Практические расчеты по определению S_x , φ_p и C_{opt} для наиболее распространенных способов движения, включая всвал, вразвал и их чередование (см. рис. 4.5, б...з), а также беспетлевой комбинационный (см. рис. 4.5, д), можно проводить по приведенным далее формулам, полученным на основании формулы (4.7) с учетом формул (4.2), (4.5), (4.6).

Для всех вариантов движения МТА способами всвал и вразвал, включая их чередование, рассчитывают по формулам:

$$S_x = \frac{10^4 F_{II}}{L} \left(0,5 \frac{C}{B} + A_x \frac{B}{C} + D_x \right); \quad (4.14)$$

$$\varphi_p = 1 / \left[1 + \frac{B}{L} \left(0,5 \frac{C}{B} + A_x \frac{B}{C} + D_x \right) \right]; \quad (4.15)$$

$$C_{\text{opt}} = B\sqrt{2A_x}; \quad (4.16)$$

$$A_x = 200,6 + \beta_p m_d \left(\frac{L}{B} + 37,6 \right) + 1206,2 \mu_{\text{п}}; \quad (4.17)$$

$$D_x = 10,7. \quad (4.18)$$

Следует принять: все загоны обрабатывают способом всвал или вразвал $\beta_p = 2$; загоны обрабатывают способом чередования всвал и вразвал $\beta_p = 1$; каждый свальный гребень и развальную борозду или стыки для других типов агрегатов обрабатывают соответственно за один или два дополнительных прохода агрегата $m_d = 1$, $m_d = 2$; поворотные полосы каждого загона обрабатывают отдельно основным агрегатом $\mu_{\text{п}} = 1$; поворотные полосы не обрабатывают (например, выходят на пустырь, дорогу и т. д.) или обрабатывают другим вспомогательным агрегатом $\mu_{\text{п}} = 0$; гребни, борозды или стыки не обрабатывают или обрабатывают вспомогательным агрегатом $m_d = 0$.

Расчетные формулы для всех вариантов беспетлевого комбинированного способа движения агрегатов:

$$S_x = \frac{10^4 F_{\text{п}}}{L} \left(0,5 \frac{C}{B} + A_x \frac{B}{C} + D_x \right); \quad (4.19)$$

$$\varphi_p = 1 / \left[1 + \frac{B}{L} \left(0,5 \frac{C}{B} + A_x \frac{B}{C} + D_x \right) \right]; \quad (4.20)$$

$$C_{\text{opt}} = B\sqrt{2A_x}; \quad C_{\text{min}} = 38,4B; \quad (4.21)$$

$$A_x = \beta_p m_d \left(\frac{L}{B} + 9,5 \right) + 1204,2 \mu_{\text{п}}; \quad (4.22)$$

$$D_x = 9,5 + 0,5 \beta_p m_d. \quad (4.23)$$

Так как на одном загоне имеются один свальный гребень и одна развальная борозда или два стыка, примем $\beta_p = 2$. Значения m_d и $\mu_{\text{п}}$ принимают по аналогии с предыдущим случаем. Оптимальная C_{opt} и рациональная ширина загона C_p при этом должны быть такими, чтобы можно было совершить беспетлевой поворот. Это требование с учетом формулы (4.21) удовлетворяется при условии $C \geq C_{\text{min}}$ или $C \geq 38,4B$. Численные значения $S_{x \text{ min}}$ и $\varphi_{p \text{ max}}$ рассчитывают соответственно по приведенным формулам при $C = C_{\text{opt}}$. Значение $S_{x \text{ min}}$ в расчете на 1 га определяют при $F_{\text{п}} = 1$ га.

Оптимальная ширина загона при беспетлевом способе движения перекрытием (см. рис. 4.5, е) обычно получается сравнительно небольшой, поэтому в качестве рациональной ширины загона C_p