

# ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИН

## План лекции

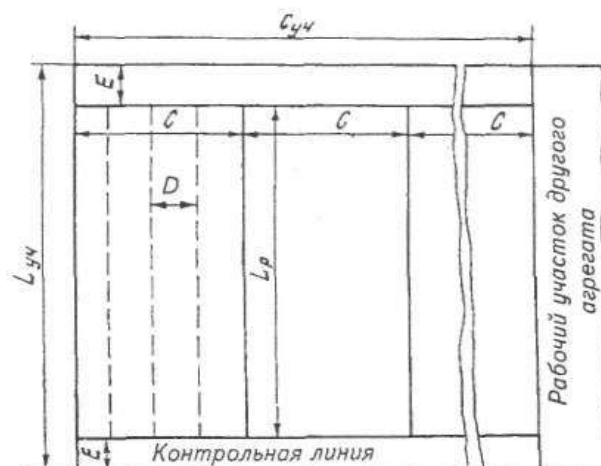
1 КИНЕМАТИКА ДВИЖЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

2 ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

### 1 КИНЕМАТИКА ДВИЖЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

При выполнении механизированных работ крупные поля разбивают на рабочие участки длиной  $L_{уч}$  и шириной  $C_{уч}$  (рис. 1), а поля небольшой площади принимают за один рабочий участок. Рабочие участки, в свою очередь, разбивают на загоны шириной  $C$ , которые могут состоять из нескольких делянок  $D$ , т.е. составных частей, обрабатываемых по однотипной схеме движения агрегата.

**Кинематика агрегата** – это движение агрегата при выполнении им сельскохозяйственных работ. Основные элементы этого движения – рабочие  $L_p$  и холостые  $L_x$  ходы. К холостым ходам относятся повороты, заезды и переезды на другой участок.



*Рисунок 1. Схема рабочего участка агрегата*

**Поворотная полоса** представляет собой часть загона, на которой осуществляется поворот агрегата (как правило, на холостом ходу). На рисунке 17.2 ширина этой полосы обозначена буквой  $E$ .

**Контрольная линия** – это граница между поворотной полосой и длиной рабочего участка. Она необходима для определения момента включения

и выключения рабочих органов сельскохозяйственных машин и орудий, поскольку агрегаты совершают повороты, как правило, с выключенными рабочими органами. На поворотных полосах обычно располагают пункты для загрузки или выгрузки технологических емкостей агрегатов.

При обработке загонов агрегат совершает циклично повторяющиеся элементы движения. В каждый цикл входят рабочий ход и поворот для изменения направления движения.

**Способ движения агрегата** – закономерность циклично повторяющихся элементов движения.

При изображении схем способов движения на план разбивки поля наносят траекторию перемещения по поверхности обрабатываемого участка проекции кинематического центра агрегата. Эту траекторию движения принимают для определения кинематики всех других точек агрегата. В универсально-пропашных тракторах с одной ведущей осью и передними управляемыми колесами за кинематический центр условно принимают проекцию на плоскость движения середины ведущей оси трактора, а в агрегатах с гусеничными тракторами – проекцию на плоскость движения точки пересечения продольной оси трактора с вертикальной плоскостью, проходящей через середину опорной поверхности его движителя.

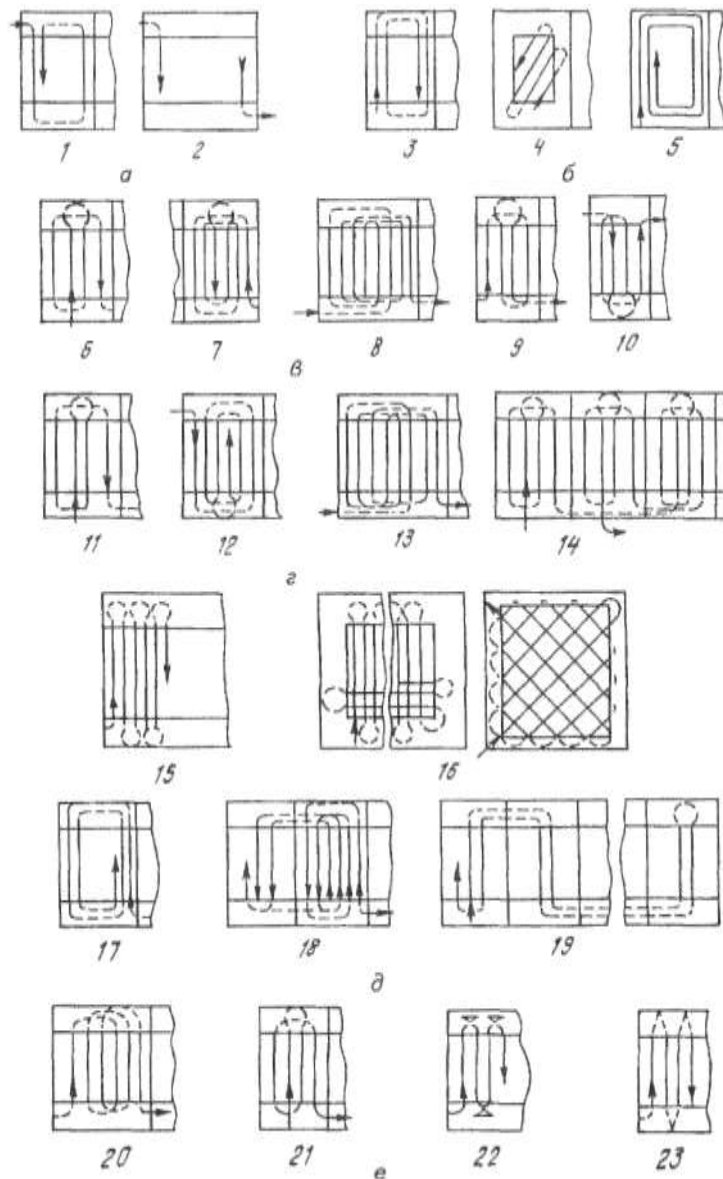
Виды движения агрегата классифицируют по следующим признакам:

- по организации территории (рис. 2, а) – на загонный и беззагонный;
- по направлению рабочих ходов (рис. 2, б) – на гоновый (ходы параллельны одной из сторон участка), диагональный (рабочие ходы выполняют под углом к стороне загона) и круговой (при копировании контуров рабочего участка);
- по направлению движения агрегата (рис. 2, в) – лево- и правоповоротный в зависимости от направления (по ходу или против хода часовой стрелки) основного движения и поворотов агрегата к центру или периферии (основное движение на загоне осуществляется от периферии к центру или наоборот).

Способы движения классифицируют по таким признакам:

- по схеме обработки загона (рис. 2, г) – всвал (загон обрабатывают от средней части к боковым сторонам гоновым правоповоротным движением – в средней части участка образуется свальная борозда), вразвал (загон обрабатывают от боковых сторон к средней части гоновым левоповоротным движением – в средней части участка образуется развальная борозда), комбинированный (движение осуществляется на одном загоне всвал и вразвал), с чередованием загонов всвал и вразвал, челночный (за-

гон обрабатывают последовательными ходами, с правыми и левыми поворотами), перекрестный (обработка загона осуществляется в двух взаимно перпендикулярных направлениях);



**Рисунок 2. Классификация видов (а, б, в) и способов (z, д, е) движения агрегатов:**



















*а* – по организации территории; *б* – по направлению рабочих ходов; *в* – по общему направлению движения; *z* – по схеме обработки загона; *д* – по числу одновременно обрабатываемых загонов; *е* – по способу выполнения поворотов; 1 – загонный; 2 – беззагонный; 3 – тоновый; 4 – диагональный; 5 – круговой; 6 – правоповоротный; 7 – левоповоротный; 8 – двусторонний; 9 – от периферии к центру; 10 – от центра к периферии; 11 – всвал; 12 – вразвал; 13 – комбинированный; 14 – с чередованием загонов; 15 – челночный; 16 – перекрестный; 17 – однозагонный; 18 – двухзагонный; 19 – многозагонный; 20 – беспетлевой; 21 – петлевой;

– по способу обработки участка (числу одновременно обрабатываемых загонов) (рис. 2, д) – однозагонный (агрегат движется в пределах одного загона до полной его обработки) и многозагонный (агрегат движется в пределах нескольких загонов, одновременно обрабатывая их);

– по способу выполнения поворотов (рис. 2, ё) – на петлевой (повороты грушевидные или восьмеркой), беспетлевой, задним ходом агрегата (поворот осуществляется с использованием заднего хода) и игольчатый (используются машины с реверсивным ходом).

В практике обычно применяют следующие виды поворотов (табл. 17.2): на определенный угол; беспетлевые, петлевые, задним ходом агрегата; частные случаи.

**Таблица 1. – Классификация поворотов**

Вид поворота	Угол			Произвольный	
	90°	180°			
Беспетлевые	 круговой	 по окружности	 с прямой частью участка	 угловой	
Петлевые	 с открытой петлей	 с закрытой петлей	 грушевидный	 восьмеркообразный	 угловой
Петлевые с задним ходом	 с закрытой петлей	 с открытой петлей	 с закрытой срезанной петлей	 угловой с закрытой петлей	
Частные случаи	 петлевой односторонний	 двоянно-петлевой	 с боковым выездом	 игольчатый	 грибовидный

При выполнении агрегатом заданной работы способ движения выбирают, исходя из агротехнических требований, производительности агрегата, особенностей конструкции и использования машин в агрегате, дополнительных затрат времени и средств на подготовку участка (разбивка на загоны,

прокосы, обкосы, подготовка мест разгрузки и погрузки, выделение и обработка поворотных полос и т.д.), безопасности работы, наименьших затрат времени на холостое движение агрегата и т. д.

К показателям, характеризующим затраты времени на холостое движение, относятся коэффициенты рабочего хода  $\varphi$  и использования времени движения  $\tau_{ДВ}$ , которые рассчитывают по формулам

$$\tau_{ДВ} = \frac{\sum L_p}{\sum L_p + \sum L_x}, \quad (5)$$

$$\tau_{ДВ} = \frac{\sum T_p}{\sum T_p + \sum T_x}, \quad (6)$$

где  $\sum L_p$  – длина пути рабочего движения на загоне, м;  $\sum L_x$  – длина пути холостого движения, м;  $\sum T_p$  – время рабочего движения, ч;  $\sum T_x$  – время холостого движения на загоне, ч.

Значения  $\varphi$  и  $\tau_{ДВ}$  существенно зависят от длины гона  $L_p$ . Например, при работе агрегата на участках с длиной гона менее 600...800 м значения этих коэффициентов резко уменьшаются. Причем они тем меньше, чем больше радиус поворота агрегата. Если агрегат движется на загоне всвал, вразвал или комбинированным способом, то  $\varphi$  и  $\tau_{ДВ}$  существенно влияет ширина загона.

Оптимальная ширина загона при движениях всвал, вразвал и с их чередованием

$$C_{ОПТ} = \sqrt{16R^2 + 2B_p L_p}; \quad (7)$$

для комбинированного способа

$$C_{ОПТ} = \sqrt{3B_p L_p}, \quad (8)$$

где  $R$  – радиус поворота агрегата, м;  $B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата, м.

Для круговых способов движения принимают  $C_{ОПТ} = L/(5...8)$ .

Ширину поворотной полосы выбирают кратной рабочей ширине захвата агрегата, заделывающего поворотную полосу.

## 2 ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МАШИНО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

Производительность агрегата – это объем работ, выраженный в установленных (площадь, масса, путь и т.п.) или условных единицах (условный эталонный гектар и др.) и выполненный в единицу времени (час, смену, сутки). Объем работ, выполненный агрегатом за какой-то период (несколько ча-

сов, смен и т. д.), называют его выработкой или наработкой. Различают теоретическую  $W_T$ , техническую  $W_{\text{тех}}$  и действительную, или фактическую,  $W$  производительность.

**Теоретическая производительность агрегата:**

$$\begin{aligned} \text{часовая } W_T &= C_v B_k v_T; \\ \text{сменная } W_{T, \text{см}} &= C_v B_k v_T T_{\text{см}}, \end{aligned} \quad (9)$$

где  $C_v$  – коэффициент, зависящий от единицы измерения скорости движения: при км/ч – 0,1; при м/с – 0,36;  $B_k$  – конструктивная ширина захвата, м;  $v_T$  – теоретическая скорость движения агрегата, км/ч или м/с;  $T_{\text{см}}$  – нормативное время смены, ч.

Следует иметь в виду, что составные элементы, определяющие теоретическую производительность, могут изменяться за счет буксования двигателей трактора или самоходной машины, варьирования частоты вращения коленчатого вала двигателя, искривления траектории движения в горизонтальной или вертикальной плоскостях.

**Техническая производительность:**

$$\begin{aligned} \text{часовая } W_{\text{тех}} &= C_v B_k \beta v_T \xi \tau_{\text{тех}}; \\ \text{сменная } W_{\text{тех, см}} &= C_v B_k \beta v_T \xi T_{\text{см}} \tau_{\text{тех}}, \end{aligned} \quad (10)$$

где  $\beta$  – коэффициент использования конструктивной (технически возможной) ширины захвата;  $\xi$  – коэффициент использования теоретической скорости движения;  $\tau_{\text{тех}} = T_p / T_{\text{см}}$  – коэффициент использования оптимального (технически обоснованного) нормативного времени;  $T_p$  – чистое рабочее время смены, ч;  $T_{\text{см}}$  – нормативное время смены, ч. Значения коэффициентов  $\beta$ ,  $\xi$  и  $\tau_{\text{тех}}$  указаны в справочных пособиях по нормированию сельскохозяйственных работ.

**Фактическая производительность** определяется по фактическим (рабочим) значениям ширины захвата  $B_p$ , скорости движения  $v_p$  и времени чистой работы за смену  $T_p$ :

$$\begin{aligned} \text{часовая } W &= C_v B_p v_p \tau_n; \\ \text{сменная } W_{\text{см}} &= C_v B_p v_p T_p, \end{aligned} \quad (11)$$

где  $\tau_n$  – отношение времени чистой работы в течение часа к календарному часу.

**Нормы выработки**, составленные с учетом местных природно-хозяйственных условий и полного использования машин, называют дифференцированными. При составлении дифференцированных норм выработки используют следующие данные динамометрирования:  $P_{\text{кр}}$  – номинальное тя-

говое усилие трактора на крюке;  $B_p$  – фактическая ширина захвата машины или орудия;  $\xi_p$  – степень использования силы тяги трактора;  $R_{agr}$  – тяговое сопротивление машин или орудий;  $v_p$  – рабочая скорость движения агрегата;  $T_{см}$  – продолжительность смены;  $\tau$  – коэффициент использования времени смены.

На производительность наиболее существенно влияет коэффициент  $\tau$ , определяемый балансом составляющих времени смены, к которым относится время выполнения регулярных подготовительно-заключительных работ  $T_{п.з}$ , чистое рабочее (основное) время  $T_p$ , вспомогательное  $T_{вс}$ , время организационно-технического обслуживания агрегата на загоне  $T_{обс}$ , регламентированных перерывов на отдых и личные надобности обслуживающего персонала  $T_{от.л}$ . В общем случае

$$T_{см} = T_{п.з} + T_p + T_{вс} + T_{обс} + T_{от.л}. \quad (12)$$

Время  $T_{п.з}$  включает в себя время на проведение ежесменного технического обслуживания  $T_{т.о}$  трактора и машины, входящих в агрегат, получение наряда и сдачу работы  $T_{п.н}$ , подготовку и переезды в начале и конце смены  $T_{п.н.к}$ .

К времени чистой работы  $T_p$  относится время, затраченное на полезную работу, к времени  $T_{вс}$  – время на холостые повороты и заезды  $T_{пов}$ , заправку или загрузку технологических емкостей агрегата  $T_{техн}$ , внутрисменные переезды агрегата с одного рабочего участка на другой  $T_{пер}$ .

Время  $T_{обс}$  включает в себя время на очистку рабочих органов машины  $T_{оч}$ , техническое обслуживание (в том числе смазывание) машин на загоне  $T_{тех}$ , технологические регулировки  $T_{рег}$  и проверку качества работы. Время  $T_{от.л}$  – это время на личные надобности обслуживающего персонала (принимается 10 мин) и внутрисменные перерывы для отдыха, которые в зависимости от напряженности работ могут составлять 15...28 мин.

Перерыв на обед, затраты времени на комплектование или перенастройку агрегатов, замену рабочих органов машины, подготовку полей к работе, а также на простои по организационным причинам вследствие неблагоприятных погодных условий или устранения технической неисправности агрегата в нормативный баланс времени не входят.

Перечисленные затраты времени нормируют и оплачивают отдельно.

Коэффициент использования времени смены  $\tau = \frac{T_p}{T_{см}}$ . Для увеличения производительности агрегата важно повышать коэффициент  $\tau$ .

Объем механизированных работ в течение суток (наработка) может выполняться агрегатом за одну, две или три смены. Для характеристики ис-

пользования агрегата вводят коэффициент (показатель) сменности  $\alpha_{см}$ , который определяют как отношение продолжительности всех смен в течение суток  $T_{сут}$  к установленному (нормативному) времени смены  $T_{см}$ :

$$\alpha_{см} = \frac{T_{сут}}{T_{см}}.$$

В этом случае

$$W_{сут} = W_{см} \alpha_{см}.$$

Сезонная наработка машинного агрегата представляет собой сумму выработки за отдельные дни сезона работ;  $W_{сез} = \sum W_{сут}$ .

Для сокращения числа используемых агрегатов, повышения их производительности и снижения сроков выполнения работ необходимо организовать работу агрегатов в две смены, а в напряженные периоды – в три смены.

Необходимое число агрегатов для выполнения соответствующей операции за сезон определяют по формуле

$$n_a = \frac{Q}{W_{сез}}, \quad (13)$$

где  $Q$  – объем работ.