

# **5. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ АГРЕГАТОВ**

**Основные понятия,  
определения и расчеты**

# 5. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ АГРЕГАТОВ

## План лекции

- Производительность агрегата
- Выработка (наработка) агрегата
- Баланс времени
- Коэффициент использования времени смены.
- Коэффициент (показатель) сменности.
- Использование мощности двигателя в агрегате.
- Коэффициент полезного действия агрегата.
- Производительность комплексов машин.
- Производительность транспортных средств  $W_{\text{тран}}$  (га/ч)
- Суммарный учет производительности (наработки) агрегатов.  
Условные единицы измерения тракторных работ
- Эталонная выработка и условный трактор
- Учет тракторных работ в условных единицах.
- Проблемы и пути повышения производительности агрегатов

**Производительность агрегата** — это объем работы установленного качества в определенных единицах величин (площади, массы продукции, пути и т. п.) или в условных единицах, выполняемый агрегатом в единицу времени (час, смену, сутки, сезон, год и т. д.).

В зависимости от принятой единицы времени различают производительность часовую, сменную, сезонную и т. д.

**Выработка (наработка) агрегата** представляет собой всю работу, выполненную им за какой-то период (за несколько часов, смен и т. д.).

**Производительность труда в сельском хозяйстве в значительной мере зависит от** производительности машинных агрегатов и измеряется количеством продукции, получаемой на единицу затраченного труда.

Для мобильных (в частности, машинно-тракторных) сельскохозяйственных агрегатов **производительность чаще всего определяют в единицах** площади (гектарах) и расчет ведут, учитывая ширину захвата агрегата  $B$ , скорость движения  $v$  и продолжительность работы  $T$ .

Для уборочных и аналогичных им агрегатов дополнительно рассчитывают производительность в единицах массы собираемой или перерабатываемой продукции. Для транспортных агрегатов определяют производительность в тоннах перевезенного груза или в тонно-километрах грузовой работы.

# Различают производительность:

**теоретическую  $W_T$** , подсчитываемую при полном использовании конструктивной ширины захвата  $B_K$  агрегата, теоретической скорости движения  $v_T$  и времени  $T$ , к которому она относится\*;

**фактическую (действительную)  $W$** , определяемую по фактическому объему выполненной работы, т. е. при фактических (рабочих) ширине захвата  $B_p$ , скорости движения  $v_p$  и продолжительности производительной работы  $T_p$ .

Если ширину захвата  $B$  измеряют в м, скорость движения  $v$  в м/с или км/ч, продолжительность работы  $T$  в ч за смену, то производительность агрегата в гектарах обрабатываемой площади за смену (сменная производительность, га за смену) или за 1 ч сменного времени (часовая производительность, га/ч) оп

ределяют следующим образом

Теоретическая производительность:

$$\text{часовая} - W_T = C_w B_K v_T;$$

$$\text{сменная} - W_{T,CM} = C_w B_K v_T T_{CM}.$$

Фактическая производительность:

$$\text{часовая} - W = C_w B_p v_p \tau;$$

$$\text{сменная} - W_{CM} = C_w B_p v_p T_p.$$

где  $\tau$  - степени использования времени смены;

$C_w$  - коэффициент, зависящий от того, в каких единицах принята скорость движения  $v$ . если в км/ч -  $C_w = 0,1$ , если в м/с -  $C_w = 0,36$ .

Для данного агрегата, работающего на определенной передаче трактора,  $W_T$  - величина постоянная. Из всех других факторов, влияющих на производительность, важнейшим является степень использования времени  $\tau$ , определяемая балансом времени.

При испытаниях время производительной работы называют основным  $T_o$ .

Часовая производительность  $W_o$  за это время соответствует фактической производительности при полном использовании только времени. Кроме сменного времени и сменной производительности, определяют время технологической работы  $T_{техн}$  и соответственно производительность  $W_{техн}$ , а также эксплуатационное время  $T_{эк}$  и соответственно производительность  $W_{эк}$ . Эксплуатационное время, кроме сменного, включает в себя время, связанное с переоборудованием или комплектованием агрегатов, а также с проведением операций периодического технического обслуживания и устранением неисправностей, выполняемых вне сменного времени.

**При нормировании механизированных работ рассматривают техническую производительность  $W_{\text{тех}}$**  определяемую при технически возможном (оптимальном) использовании ширины захвата, скорости движения и времени. Иногда по условиям нормирования и оплаты труда время, затрачиваемое на техническое обслуживание (ежесменное) и на подготовительно-заключительные операции, а также на простои по организационным причинам и сверхнормативные простои по техническим неисправностям, не включают в нормируемое время и соответственно в  $W_{\text{тех}}$  входит лишь нормируемое время, которое определяет оплату труда за сменную выработку.

Исходя из всего изложенного, балансы времени, учитываемые при эксплуатационных расчетах, нормировании механизированных работ и испытаниях сельскохозяйственной техники могут несколько отличаться один от другого.

**Баланс времени.** Общая схема баланса времени представлена на рисунке 1.33.

Сменное время  $T_{см}$  расходуется на производительную работу (время основной или, как иногда называют чистой работы)  $T_p$  ( $T_o$ ); на выполнение циклично повторяющихся вспомогательных операций — холостых ходов на поворотах  $T_x$  ( $T_n$ ) и обслуживания агрегата, главным образом технологического  $T_{техн}$ ; на проведение сменного внециклового технологического обслуживания (устранение технологических отказов)  $T'_{техн}$  и технического обслуживания машин  $T_{т.о}$ ; на подготовительно-заключительные операции (приемка и сдача агрегата, подготовка его к работе, переезд к месту работы и обратно, получение наряда, регламентируемый отдых, и др.)  $T_{п.з}$ ; на возможные простои агрегата  $T_{пр}$ . Время простоев  $T_{пр}$  можно разделить на простои из-за технических неисправностей  $T_{пр.н}$ , по организационным причинам  $T_{орг}$ , из-за метеорологических условий  $T_{мет}$  и др.

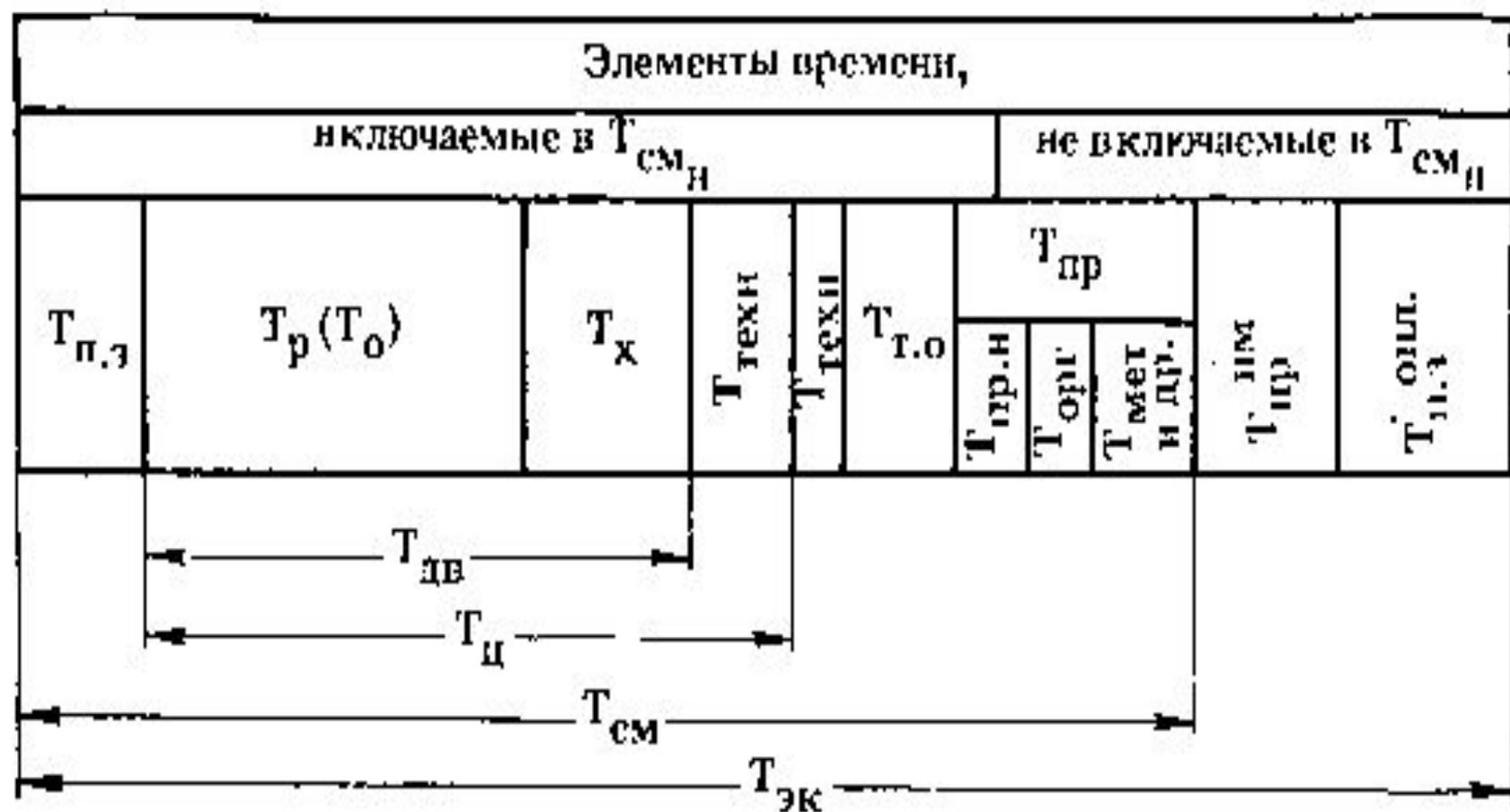


Рис. 1.33. Баланс времени и его составляющие.

Таким образом,

$$T_{\text{см}} = T_p + T_x + T_{\text{техн}} + T'_{\text{техн}} + T_{\text{т.о}} + T_{\text{п.з}} + T_{\text{пр}}$$

Первые три составляющие баланса представляют собой цикличное (цикловое) время  $T_{\text{ц}}$ , которое зависит от способа движения и организации работы, остальные составляющие — время внецикловых простоев агрегата  $T_{\text{вц}}$ :

$$T_{\text{ц}} = T_p + T_x + T_{\text{техн}}; \quad T_{\text{вц}} = T'_{\text{техн}} + T_{\text{т.о}} + T_{\text{п.з}} + T_{\text{пр}}$$

## **Коэффициент использования времени смены.**

Из всего баланса времени смены производительным является  $T_p(T_0)$ , и, следовательно, коэффициент полезного использования времени смены  $\tau$  определяют так:

$$\tau = T_p / T_{см},$$

*Коэффициент использования циклового времени смены*

$$\tau_{ц} = T_p / T_{ц},$$

*Коэффициент циклового времени смены*

$$\delta_{см} = T_{ц} / T_{см},$$

*Следовательно*

$$\tau = T_p / T_{см} = \tau_{ц} \delta_{см}$$

## Коэффициент (показатель) сменности

С учетом того что в течение суток работа агрегатов может быть двух- и трехсменной, а в отдельных случаях и односменной, по продолжительности не совпадающей с нормативным временем, в расчеты вводят коэффициент (показатель) сменности  $\alpha_{см}$ . Он представляет собой отношение времени всех смен (число смен может выражаться и дробным числом) за сутки  $T_{сут}$  к установленной (нормативной) длительности смены  $T_{см.н}$ :

$$\alpha_{см} = T_{сут} / T_{см.н}$$

В этом случае

$$W_{сут} = W_{см} \alpha_{см}$$

Чтобы повысить производительность и сократить число используемых агрегатов, очень важно организовывать работу в две, а иногда и в три смены. Кроме того, нужно стремиться повышать коэффициент  $\tau$ : исключать или значительно сокращать непроизводительные затраты времени.

## Использование мощности двигателя в агрегате.

Об использовании мощности двигателя судят по коэффициенту полезного действия трактора (агрегата)  $\eta_{\text{ТР}}$  и по степени использования номинальной мощности (загрузки) двигателя

$$\xi_{N_e} = \frac{N_e}{N_{eH}}$$

Коэффициент полезного действия трактора определяют как отношение полезно используемой мощности к затраченной.

Из баланса мощности видно, что при работе трактора полезной (используемой на работу машин) является мощность  $N_T + N_{\text{ВОМ}}$ , а затрачиваемой — мощность  $N_e$ .

Следовательно,  $\eta_{\text{ТР}} = (N_T + N_{\text{ВОМ}}) / N_e$ ,

## Коэффициент полезного действия агрегата.

Кроме к. п. д. трактора, следует рассматривать и к. п. д. агрегата  $\eta_a$ , понимая его как отношение полезно используемой рабочей машиной (орудием) мощности  $N_{м.о}$  к мощности, затраченной двигателем:

$$\eta_a = \frac{N_{м.о}}{N_e} = \eta_{м.о} \eta_{тр},$$

где  $\eta_{м.о} = \frac{N_{м.о}}{N_T}$  - к.п.д. рабочей машины (орудия).

Однако не установилось единого мнения, что следует отнести к полезно используемой машиной мощности, поэтому на практике коэффициентом полезного действия агрегата пользуются очень редко.

## **Производительность комплексов машин.**

### *Производительность вспомогательных и транспортных машин*

В составе комплексов различают вспомогательные машины, имеющие и не имеющие «жесткой» связи с основной машиной. В первом случае производительность вспомогательной машины  $W_B$  рассчитывают, исходя из производительности основной машины  $W_0$  и необходимого (применяемого) количества  $n_B$  вспомогательных машин,

$$W_B = \frac{W_0}{n_B}.$$

Во втором случае (при отсутствии «жесткой» связи с каждой основной машиной)  $W_B$  определяют по соотношению числа основных  $n_0$  и вспомогательных  $n_B$  машин

$$W_B = \frac{W_0 n_0}{n_B}.$$

Чтобы найти оптимальное количество основных и вспомогательных агрегатов, выраженное целым числом, подсчитывают коэффициент  $\kappa_B$ , характеризующий протости вспомогательных агрегатов, и сравнивают его с нормативным значением  $\kappa_{BH}$ .

$$\kappa_B = \frac{W_{\text{техн.в}} - W_{\text{техн.о}}(n_o/n_B)}{W_{\text{техн.в}}} \leq \kappa_{BH},$$

$$\kappa_B = \frac{W_{\text{техн.о}} - W_{\text{техн.в}}(n_B/n_o)}{W_{\text{техн.о}}} \leq \kappa_{BH}.$$

где  $W_{\text{техн.о}}$  и  $W_{\text{техн.в}}$  - технологическая производительность основного и вспомогательного агрегатов.

**Производительность транспортных средств  $W_{\text{тран}}$  (га/ч)**  
определяют по формуле:

$$W_{\text{тран}} = \frac{Q_{\text{н}} k_{\text{гр}} n_{\text{г}}}{g \left( \frac{2l_{\text{г}} n_{\text{г}}}{v} + t_{\text{пр}} + t'_{\text{техн}} \right)},$$

где  $Q_{\text{н}}$  — номинальная грузоподъемность транспортного средства, т;

$k_{\text{гр}}$  — коэффициент использования номинальной грузоподъемности;

$n_{\text{г}}$  — число ездов с грузом;

$g$  — урожайность, расход семян, удобрений и т. д., т/га;

$l_{\text{г}}$  — среднее расстояние транспортирования груза, км;

$v$  — среднетехническая скорость транспортной машины, км/ч;

$t_{\text{пр}}$  — продолжительность погрузочно-разгрузочных работ, ч;

$t'_{\text{техн}}$  — продолжительность устранения технологических отказов, ч.

В тонно-километрах за 1 ч технологического времени производительность транспортного средства  $W_{\text{ТК}}$  рассчитывают по выражению:

$$W_{\text{ТК}} = \frac{\Sigma Q_i l_{\Gamma i}}{2 \frac{l_{\Gamma} n_{\Gamma}}{v} + t_{\text{пр}} + t'_{\text{техн}}},$$

где  $Q_i$  и  $l_{\Gamma i}$  — масса (т) перевезенного груза и среднее расстояние (км) каждой ездки.

Соответственно за 1 ч сменного времени

$$W_{\text{ТК}}^{\text{СМ}} = \frac{\Sigma Q_i l_{\Gamma i}}{T_{\text{СМ}}},$$

## **Суммарный учет производительности (наработки) агрегатов.**

### ***Условные единицы измерения тракторных работ***

Учет суммарной выработки тракторов в условных единицах необходим:

- а) для оценки уровня использования отдельных тракторов и всего тракторного парка по среднесменной, среднедневной и годовой наработке;
- б) для планирования потребности в тракторах, межремонтных сроков, расхода топлива, денежных затрат на техническое обслуживание и ремонт;
- в) для определения эксплуатационных затрат на единицу тракторных работ и других технико-экономических показателей работы машинно-тракторного парка.

***В качестве единицы измерения суммарной выработки тракторных агрегатов принят***

**условный эталонный гектар** {условно-натуральная единица), представляющий собой объем работ и энергозатраты, соответствующие вспашке одного гектара в следующих, принимаемых за эталонные, условиях:

- а) удельное сопротивление 50 кПа ( $0,5 \text{ кгс/см}^2$ ) при скорости движения агрегата 5 км/ч;
- б) глубина обработки 20...22 см;
- в) агрофон — стерня зерновых на почвах средней прочности по несущей поверхности (средние суглинки);
- г) влажность почвы до 20...22%;
- д) рельеф ровный (угол склона до  $1^\circ$ );
- е) конфигурация поля правильная (прямоугольная);
- ж) длина гона 800 м;
- з) высота над уровнем моря до 200 м;
- и) каменистость и препятствия отсутствуют.

## Эталонная выработка и условный трактор

*За условный эталонный трактор принимают трактор*, имеющий выработку один условный эталонный гектар (э. га) за 1 ч сменного времени.

*Эталонная выработка трактора  $W_{н.э}$*  — это выработка трактора данной марки в эталонных условиях, определяемая по методике технического нормирования.

*Физические тракторы переводят в условные эталонные умножением на коэффициент  $\lambda_{э.т}$* , определяемый по соотношениям их эталонных выработок. Характеристики тракторов различных марок и коэффициенты перевода в условные эталонные тракторы (они равны эталонной выработке за 1 ч сменного времени) приведены в таблице 1.4.

## **Учет тракторных работ в условных единицах.**

Перевод физического объема тракторных работ в условные гектары основывается на соотношениях эталонной выработки и технически обоснованных норм выработки на данном виде работ в заданных условиях.

При этом сменная или часовая выработка в условных гектарах трактора каждой марки при выполнении технически обоснованных норм будет одинаковой (в пределах допустимых отклонений) на всех видах работ и в различных природно-производственных условиях, а в расчете на условный трактор она будет составлять 1 э. га в 1 ч сменного времени.

**Объем тракторных работ в условных гектарах  $\Omega$  можно определить** по числу выполненных сменных (часовых) технически обоснованных норм выработки  $\mathbf{H}$  тракторами данной марки и сменной (часовой) эталонной выработки  $\mathbf{W}_{\text{н.э}}$ :

$$\Omega = \Sigma \mathbf{H} \mathbf{W}_{\text{н.э}},$$

Объем работ на условный трактор  $\omega_{\text{э.т}}$  рассчитывают делением общего объема работ на число условных тракторов, выполнивших этот объем:

$$\omega_{\text{э.т}} = \Omega / (\Sigma n_{\text{тр}} \lambda_{\text{э.т}})$$

Для одного трактора  $\omega_{\text{э.т}} = \Omega / \lambda_{\text{э.т}}$

# Проблемы и пути повышения производительности агрегатов

*Производительность агрегатов в процессе эксплуатации можно повысить при помощи следующих мероприятий.*

*1. Поддерживать высокий уровень  $N_{ен}$  и  $N_{тн}$ :*

- своевременно и полностью проводить техническое обслуживание тракторов;
- применять безразборную диагностику мощностных показателей и своевременно устранять встречающиеся неисправности и разрегулировки;
- высококачественно ремонтировать машины с полным восстановлением их мощностных показателей, моторесурса и эксплуатационной надежности и др.

## 2. Снизить удельные сопротивления машин $k$ и агрегата $k_a$ :

- своевременно и высококачественно проводить техническое обслуживание;
- применять комплексные агрегаты (у которых общее сопротивление меньше суммарного сопротивления машин при их отдельной работе), наиболее рациональные сцепки;
- правильно (по линии тяги, без перекосов) прицеплять или навешивать машины на трактор;
- осуществлять агротехнологические мероприятия по улучшению (например, по оструктурированию) почв;
- работать поперек уклона (где это возможно) и в наиболее оптимальные сроки (например, при агротехнической и механической спелости почв) и др.

Первую и вторую группы мероприятий можно отнести в основном к технической эксплуатации машинно-тракторного парка.

*3. Правильно комплектовать агрегат и подбирать наиболее рациональный скоростной режим его работы:*

- применять контрольные приборы, всережимный регулятор, машины, наиболее соответствующие данным условиям, маркеры и следоуказатели, обеспечивающие полное использование  $V_k$ ;
- маневрировать передачами и др.

4. *Повышать степень использования времени смены  $\tau$  и коэффициент сменности  $\alpha_{см}$ :*

- лучше организовывать работу (применять двух- и трехсменную работу, наиболее рациональные для данных условий способы движения);
- улучшать подготовку поля (разбивать его на загоны оптимальной ширины, отбивать минимальные поворотные полосы);
- применять групповой метод работы агрегатов;
- совершенствовать технологическое обслуживание агрегатов;
- использовать средства механизации при технологическом и техническом обслуживании машин;
- исключать непроизводительные затраты времени и др.

Эта группа мероприятий является в настоящее время одним из важнейших резервов повышения производительности агрегатов.

Третью и четвертую группы мероприятий можно отнести в основном - к производственной эксплуатации.

Повышение производительности труда в сельском хозяйстве в значительной мере зависит от применения новых, более совершенных машин: энергонасыщенных тракторов, скоростных машин, машин с повышенной надежностью, оснащенных средствами автоматизации, обеспечивающих комплексную механизацию и более совершенную технологию работ по возделыванию сельскохозяйственных культур.

Важную роль в повышении производительности труда играют постоянный рост квалификации кадров механизаторов, широкое участие их в социалистическом соревновании, научная организация труда, правильное использование морального и материального стимулирования труда механизаторов.