

Лекция № 5.1

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

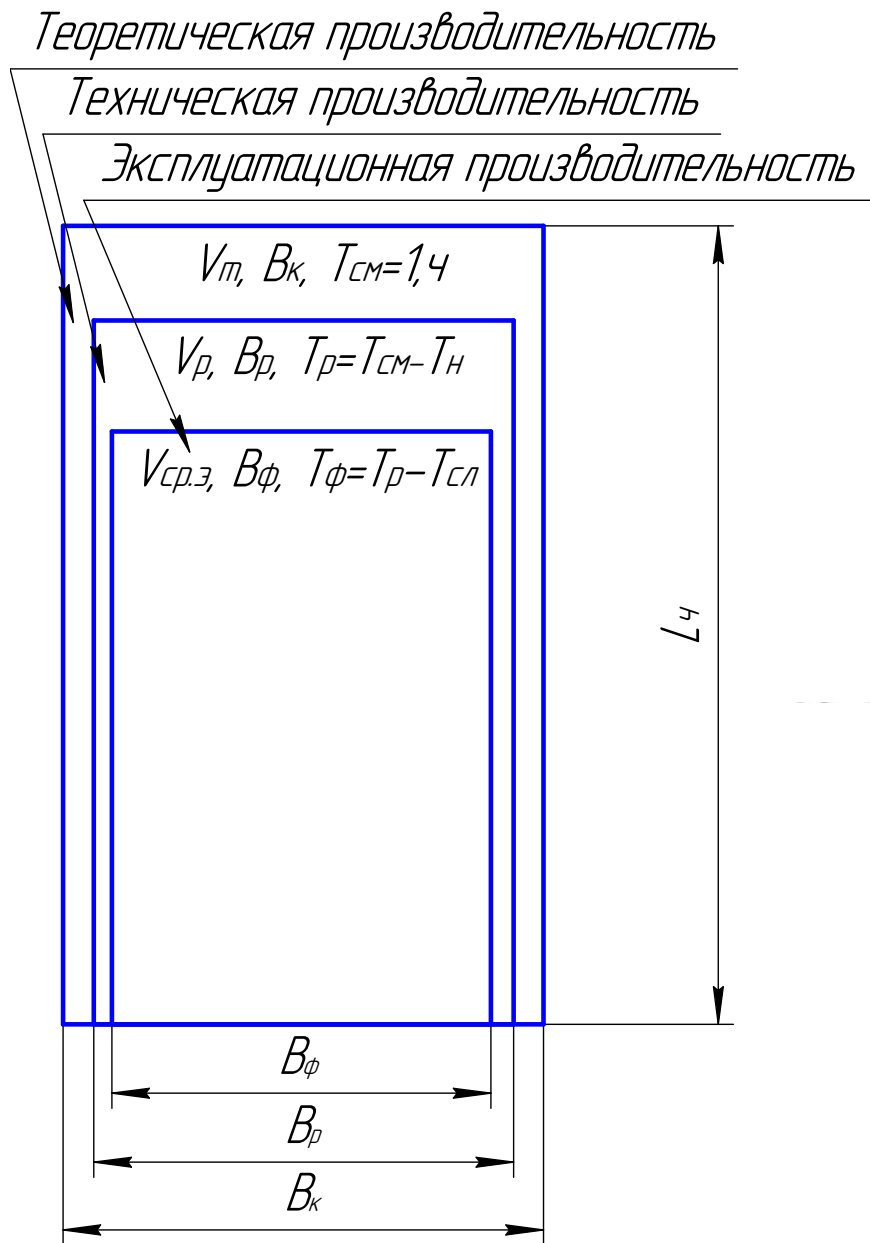
- 1. Теоретическая, техническая и фактическая производительность, факторы их определяющие.**
- 2. Баланс времени смены, пути снижения непроизводительных затрат времени смены.**
- 3. Способы расчета чистого времени работы МТА: общий случай и кинематический цикл.**
- 4. Способ расчета чистого времени работы МТА: технологический цикл.**
- 5. Связь производительности МТА с максимальной тяговой мощностью трактора и степенью ее использования в агрегате.**
- 6. Связь производительности МТА с эффективной мощностью двигателя трактора и степенью ее использования в агрегате. Пути повышения производительности МТА.**

1. Теоретическая, техническая и фактическая производительность, факторы их определяющие

Производительность МТА – объем работы определенного качества в установленных единицах (га, т, т.км и т.д.), выполненный агрегатом в единицу времени (ч, см., день).

В зависимости от принятой единицы времени различают:
 часовую;
 сменную;
 дневную
 за агросрок;
 годовую.

В зависимости от степени учета производственных факторов и технических возможностей МТА различают :
 теоретическую
 техническую
 фактическую (эксплуатационную) производительность.



За 1 час уборки зерноуборочный комбайн с жаткой B_k , двигаясь со скоростью V_t пройдет путь $L_ч$ и уберет зерно с площади S (га).

Путь комбайна за 1 ч - $L_ч = V_t \times 1$

Площадь им убранная - $S = L_ч B_k = V_t B_k$.

Производительность часовая равна $W_{чт} = S / 1 \text{ час} = V_t B_k$.

V_t - км/ч, B_k - м, S - га, $W_{чт}$ - га/ч

Тогда $W_{чт} = 1000 V_t B_k$ - м²/ч
(1 га - 10000 м²)

$W_{чт} = 1000 / 10000 V_t B_k$ га/ч

Рис.1. Схема соотношения различных видов производительности МТА. Разработчик Г.А. Валюженич

Окончательно $W_{чт} = 0,1 V_t B_k$.

Теоретическая производительность (W_T) – объем работ, выполненный в единицу времени при полном использовании конструктивной ширины захвата и теоретической скорости движения МТА без учета различного рода потерь времени.

Техническая (нормативная) производительность ($W_{техн}$) - это объем работ в единицу времени при технологически и технически возможном (оптимальном) использовании ширины захвата, скорости движения с учетом нормируемых потерь времени.

$$W_{техн} = W_ч^H = 0,1V_p B_p \tau_{см}$$

$$\tau_{см} = \frac{T_p}{T_{см}}$$

$T_p = T_{см}$ – (сумма нормируемых потерь времени).

$$W_{техн} = W_m \beta \tau_v \tau_{см}$$

$$\tau_v = \frac{V_p}{V_m}$$

$$\beta = \frac{B_p}{B_k}$$

Разработчик Г.А. Валюженич

Фактическая (эксплуатационная) производительность – объем работ в единицу времени, устанавливаемый в реальных условиях работы.

Определяют объем работ за установленный промежуток времени (нормо-смену), учитывая **регламентируемые и нерегламентируемые непроизводительные** затраты времени экспериментально-аналитическим методом .

$$W_{\text{э}} = W_{\text{техн}} K_{\text{н}} K_{\text{м}} K_{\text{орг}}$$

$$K_H = \frac{T_p}{T_p + T_n^H}$$

коэффициент эксплуатационной надежности

$$K_M = \frac{T_p}{T_p + T_n^M}$$

коэффициент простоев вследствие неблагоприятных метеоусловий

$$K_{орг} = \frac{T_p}{T_p + T_n^{орг}}$$

коэффициент простоев по организационным причинам

При нормировании принято определять сменную производительность, т.е. объем работ выполненный за определенный строго установленный промежуток времени /нормо-смену/.

га/ч, га/см

Установлено, что $T_{см} = 7$ ч, тогда формула сменной технической производительности имеет вид

$$W_{см}^H = 0,1V_p B_p T_p = 0,1V_p B_p T_{см} \tau_{см}$$

Задача - стремиться:

а) к увеличению $W_{э}$ до $W_{техн}$;

б) к увеличению $W_{теор}$ в общем плане и к приближению $W_{техн}$ к $W_{теор}$

Транспортные (транспортно-технологические)

$$W_{\text{ч}} = \frac{W_{\text{см}}}{T_{\text{см}}}$$

т/ч, т/см

$$W_{\text{см}} = n_{\text{р}} Q_{\text{тр}} \alpha_{\text{ст}} \alpha_{\text{прод}}$$

$$W_{\text{ч}} = \frac{W_{\text{см}}}{T_{\text{см}}}$$

ткм/ч, ткм/см

$$W_{\text{см}} = n_{\text{р}} Q_{\text{тр}} \alpha_{\text{ст}} \alpha_{\text{прод}} S$$

Дневная производительность

Коэффициент сменности

$$W_d = W_{см} K_{см}$$

$$K_{см} = \frac{T_d}{T_{см}}$$

За агросрок

$$W_{агр} = W_d D_p = W_{см} K_{см} D_p$$

Годовая

$$W_{год} = W_d D_{год}^{\phi} = W_d D_{год} K_{вр}$$

Коэффициент использования нормативного годового фонда рабочего времени

Разработчик Г.А. Валюженич

$$K_{вр} = \frac{D_{год}^{\phi}}{D_{год}^H}$$

**2. Баланс времени смены,
пути снижения
непроизводительных затрат
времени смены**

**Баланс времени смены – уравнение,
отражающее количественное и
качественное соотношение чистого
времени работы и
непроизводительных затрат (потерь)
времени в общем времени смены.**

$$\begin{aligned} \text{Время смены} &= \text{Чистое время работы} \\ &+ \\ &\text{Непроизводительные затраты времени} \end{aligned}$$

$$T_{см} = T_p + (T_{реглам} + T_{нереглам})$$

Непроизводительные затраты времени
условно можно разделить на:

- 1) регламентируемые (нормируемые), они неизбежны;**
- 2) нерегламентируемые (случайные), их часто можно избежать.**

РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫЕ ЗАТРТЫ ВРЕМЕНИ:

- на подготовительно-заключительные операции *$T_{п.з}$* ;
- на технологическое обслуживание МТА в поле *$T_{техн}$* ;
- на отдых механизаторов в течение смены *$T_{ф}$* ;
- на переезды с участка на участок в течение смены *$T_{пер}$* ;
- на холостое движение МТА *T_x* .

НЕРЕГЛАМЕНТИРУЕМЫЕ ЗАТРТЫ ВРЕМЕНИ

Ко второй группе можно отнести, например:

- простои МТА по техническим причинам;
- простои МТА по организационным причинам;
- простои из-за погодных условий и т.д..

$$T_{н-см} = T_p + T_{реглам}$$

При нормировании механизированных работ учитывают только РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫЕ непроизводительные затраты времени.

$$T_{см} = T_p + (T_{н.з} + T_{ф} + T_{техн} + T_x + T_{пер})$$

$T_{реглам}$

Разработчик Г.А. Валюженич

$$T_{n.з} = T_{n.n} + T_{n.нк} + T_n + T_{ЕТО}$$

$T_{n.n}$ – подготовка к переезду в начале и конце смены;

$T_{n.нк}$ – переезд в начале и конце смены к месту работы и обратно;

T_n – получение наряда и сдача работы;

$T_{ЕТО}$ – сменное ТО агрегата нормируется в зависимости от состава агрегата.

Разработчик Г.А. Валюженин

$$T_{техн} = t'_0 T_{см}$$



t'_0

- нормируемая величина времени остановок для технологического обслуживания (справочно в функции от вида работ)

$$T_{\phi} = (0,03 \dots 0,05) T_{см}$$

$$T_x = \tau_{нов} T_p$$

Пути снижения регламентируемых непроизводительных затрат времени:

- а) создание машин и э/средств с малым техобслуживанием ($T_{емо}$);
- б) бригадная форма организации хранения техники применение специального транспорта для доставки МТА в поле ($T_{п.нк}$);
- в) совершенствование форм учета и контроля ($T_{н}$);
- г) обеспечение здоровых условий труда ($T_{ф}$);
- д) выбор оптимального направления и способа движения ($T_{х}$) в конкретных условиях;
- е) четкая организация технологического обслуживания ($T_{мехн}$), здесь два направления:
 - снижение затрат на технологические настройки агрегата (настройка по образцу)
 - оптимально согласованный состав механизированных звеньев и отрядов;
- ж) организация работы отдельных агрегатов и их группы в пределах одного массива в течение дня ($T_{пед}$).

Пути снижения нерезламентируемых непроизводительных затрат времени:

- а) высокая культура планово-предупредительной системы ТО;
- б) применение агрегатов с высоким уровнем технической готовности;
- в) применение агрегатов с высокими показателями надежности;
- г) культура труда и отдыха в течение смены, безопасность труда;
- д) четкая организация производственных операций, применение поточного метода организации;
- е) выполнение работ в сжатые сроки (в 2...3 смены) при благоприятных погодных условиях по прогнозу.

3. Способы расчета чистого времени работы МТА: общий случай и кинематический цикл.

**I способ (общий случай),
если в работе агрегата нет
ярко выраженной
цикличности**

$$T_p = \frac{T_{см} - (T_{п.з.} + T_{ф} + T_{техн} + T_{пер})}{1 + \tau_{нов}}$$

$$\tau_{см} = \frac{T_p}{T_{см}}$$

Разработчик Г.А. Баложанич

**II способ - путем
определения чистого
времени кинематического
цикла (при явно
выраженной цикличности).**

1. Внецикловые нормируемые
затраты времени

$$T_{в.ц.} = T_{п.з} + T_{ф} + T_{пер} + T_{техн}$$

2. Продолжительность кинематического
цикла

$$t_{ц} = t_p + t_x$$

$$t_p = \frac{2L_p}{V_p}$$

- чистое время работы
за кинематический цикл;

$$t_x = \frac{2l_x}{V_x}$$

- время на холостые заезды
за цикл.

3. Количество кинематических циклов за нормо-смену

$$n_{ц} = \frac{T_{см} - T_{в.ц.}}{t_{ц}}$$

Результат округляется до большего
целого числа

$n_{ц}^{окр}$

4. Чистое время работы

$$T_p = t_p n_{ц}^{окр}$$

5. Фактическое время смены

$$T_{см}^ф = n_{ц}^{окр} \cdot t_{ц} + T_{в.ц.}$$

6. Коэффициент использования времени смены

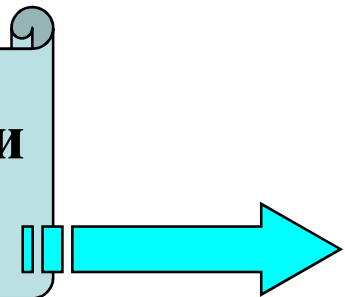
$$\tau_{см} = \frac{T_p}{T_{см}^ф}$$

**4. Способ расчета чистого
времени
работы МТА:
технологический цикл.**

III способ – путем определения чистого времени технологического цикла / транспортно-технологические, транспортные агрегаты, технологические агрегаты, требующие выгрузки технологических емкостей/.

Технологический цикл - повторяющийся (циклический) технологический процесс МТА в течение времени его работы.

См. примеры структурных схем и расчет времени технологического цикла



Транспортно-технологический МТА

Схема 1

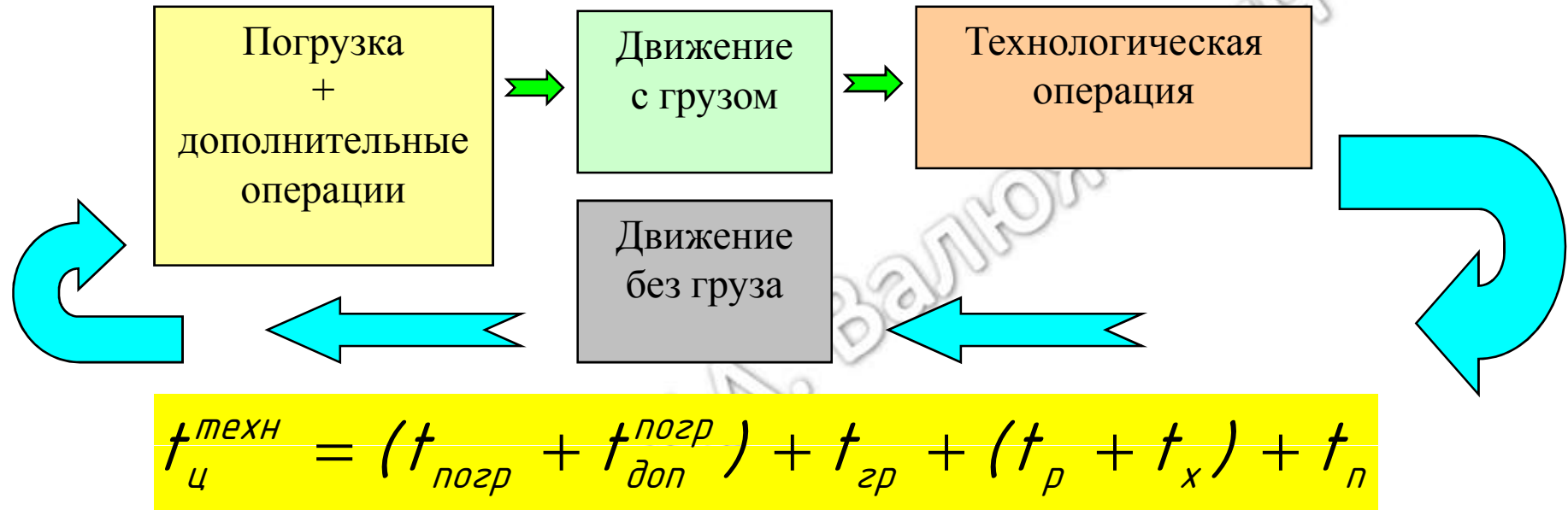
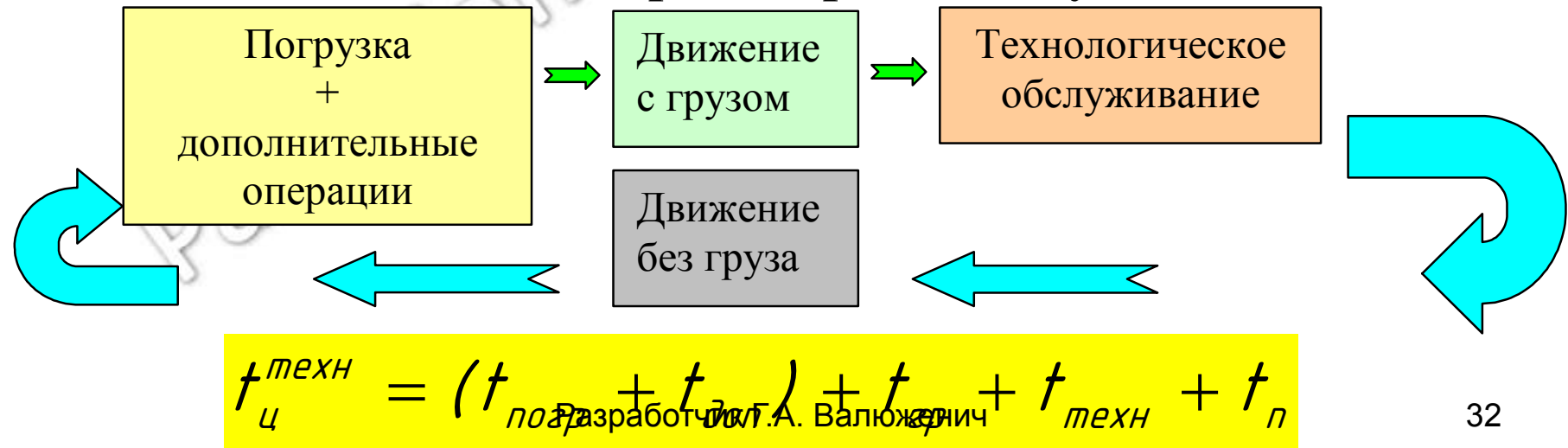


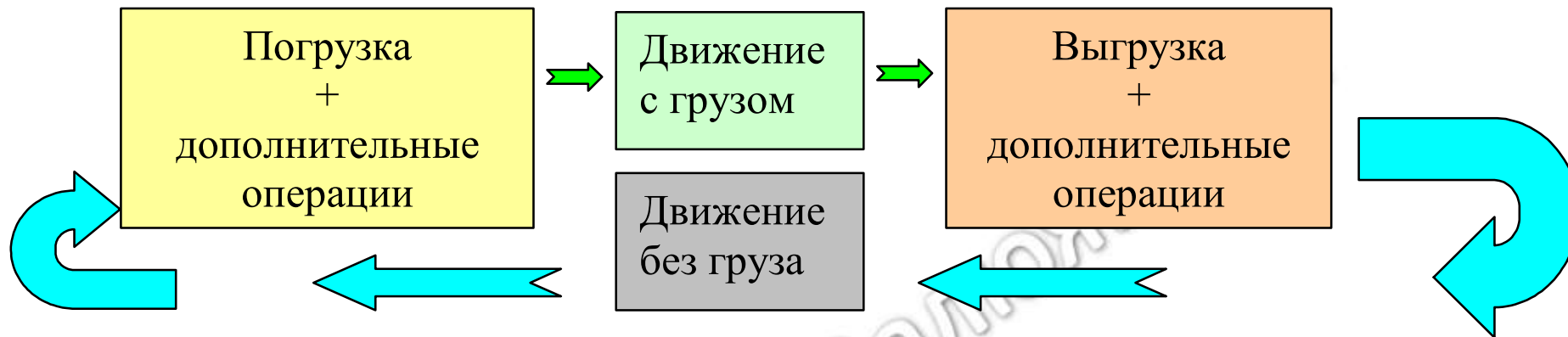
Схема 2 (чистое время – $t_{гр}$)

Транспортно-обслуживающий МТА



Транспортный МТА (чистое время $t_{гр}$)

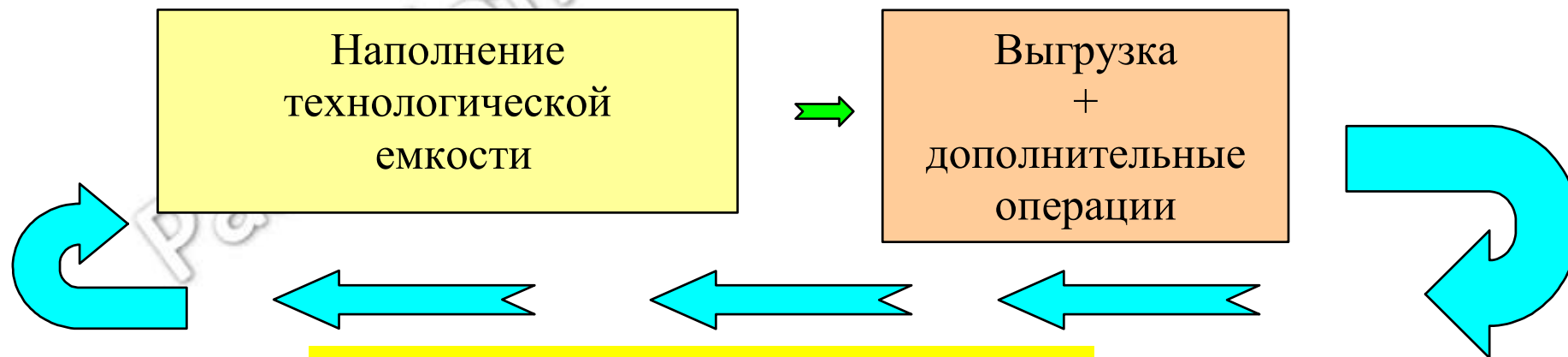
Схема 3



$$t_{ц}^{техн} = (t_{погр} + t_{доп}^{погр}) + t_{гр} + (t_{выгр} + t_{доп}^{выгр}) + t_{п}$$

МТА с обязательной выгрузкой технологической емкости

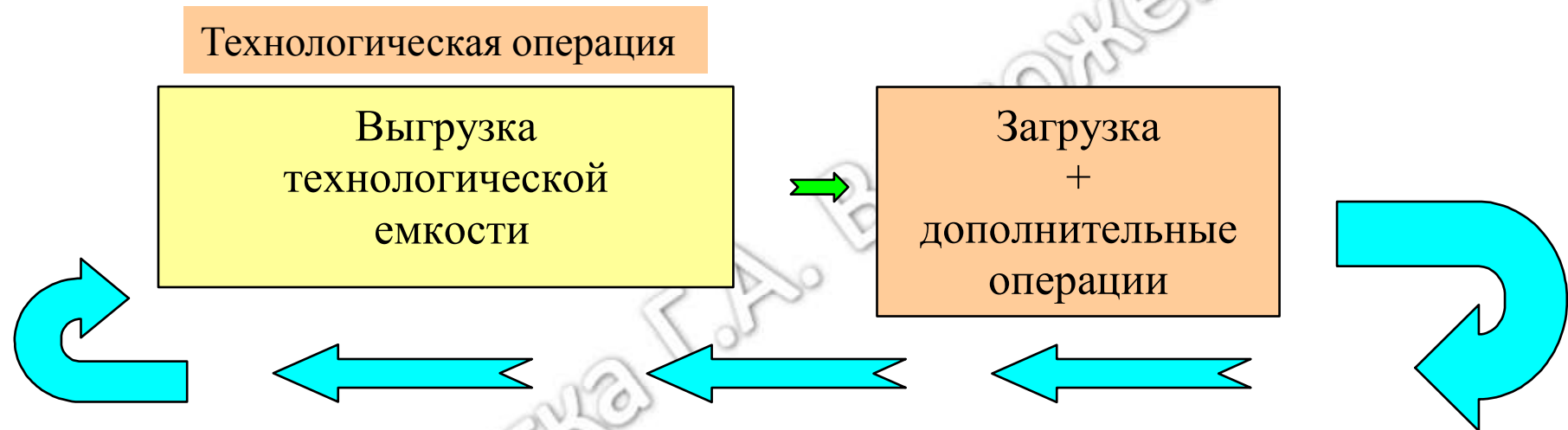
Схема 4



$$t_{ц}^{техн} = t_{Разработка} + (t_{А. Валюжения} + t_{доп}^{выгр})$$

МТА с обязательной загрузкой технологической емкости

Схема 5



$$t_{ц}^{техн} = t_{выгр} + (t_{загр} + t_{доп}^{загр})$$

$$t_{выгр} = t_p + t_x$$

Расчет составляющих времени технологического цикла

Время погрузки (загрузки)

$$t_{\text{погр}} = t_{\text{загр}} = \frac{Q_{\text{техн}}}{W_{\text{погр}}}$$

Время выгрузки*

$$t_{\text{выгр}} = \frac{Q_{\text{техн}}}{W_{\text{выгр}}}$$

Дополнительное время в зоне погрузки-выгрузки – справочно (либо по факту замеров): на маневрирование, открывание/закрывание бортов, взвешивание и т.п.

$$t_{\text{доп}}^{\text{погр}} = F(\text{дополнительных операций при погрузке})$$

$$t_{\text{доп}}^{\text{выгр}} = F(\text{дополнительных операций при выгрузке})$$

Время движения с грузом

$$t_{\text{гр}} = \frac{S}{V_{\text{гр}}}$$

Время движения без груза

$$t_{\text{п}} = \frac{S}{V_{\text{п}}}$$

*** - может определяться справочно в зависимости от способа выгрузки**

Время на технологическую операцию (схема 1)

1

$$L_{техн} = \frac{10^4 Q_{техн}}{V_p U} - \text{запас хода по}$$

$$t_p = \frac{L_{техн}^\phi}{V_p}$$

технологической емкости расчетный;

2

$$n_{пр} = \frac{L_{техн}}{L_p} - \text{количество проходов с}$$

округлением в меньшую сторону до целого либо дробного кратного единице - $n_{окр}$;

3

$$L_{техн}^\phi = n_{окр} L_p - \text{запас хода по}$$

технологической емкости фактический.

4

$$t_p + t_x = \frac{L_{техн}^\phi (1 + \tau_{пов})}{V_p}$$

Разработчик Г.А. Валюженич **Искомое время** 36

Время на технологическое обслуживание (схема 2)

1

$$n_a^o = \frac{Q_{тр}}{Q_{техн}}$$

количество одновременно (за один технологический цикл) обслуживаемых агрегатов

2

$n_a^o \Rightarrow$ до ближайшего меньшего целого числа

3

$$t_{техн} = t_{загр} n_a^o + t_{пер} (n_a^o - 1)$$

время технологического обслуживания

4

$$t_{ц}^{техн} = (t_{погр} + t_{доп}) + t_{гр} + t_{техн} + t_{п}$$

искомое время

Время наполнения технологической емкости (схема 4)

При выгрузке на остановках в определенном месте рабочего участка

1

$$L_{техн} = \frac{10^4 Q_{техн}}{V_p U} - \text{запас хода по}$$

технологической емкости расчетный;

$$t_p = \frac{L_{техн}^\phi}{V_p}$$

2

$$n_{пр} = \frac{L_{техн}}{L_p} - \text{количество проходов с}$$

округлением в меньшую сторону до целого либо дробного кратного единице - $n_{окр}$;

3

$L_{техн}^\phi = n_{окр} L_p$ - запас хода по технологической емкости фактический.

4

$$t_{нап} = t_p + t_x = \frac{L_{техн}^\phi (1 + \tau_{пов})}{V_p} - \text{Искомое}$$

время

Разработчик Г.А. Валюженич

При выгрузке на остановках в любом месте рабочего участка

$$t_p = \frac{L_{техн}^{\phi}}{V_p}$$

1

$$L_{техн} = \frac{10^4 Q_{техн}}{B_p U} - \text{запас хода по}$$

технологической емкости расчетный;

2

$$t_{нап} = t_p + t_x = \frac{L_{техн} (1 + \tau_{пов})}{V_p} - \text{искомое время.}$$

При выгрузке на ходу в движущийся рядом транспорт

$$t_p = \frac{L_{техн}}{V_p}$$

1

$$L_{техн} = \frac{10^4 Q_{тр}}{B_p U} - \text{запас хода по}$$

технологической емкости расчетный;

2

$$t_{нап} = t_p + t_x = \frac{L_{техн} (1 + \tau_{пов})}{V_p} - \text{искомое время.}$$

Разработчик Г.А. Валюженич

Определение чистого времени работы

1. Определить внецикловые нормируемые затраты

$$T_{в.ц.} = T_{п.з.} + T_{\phi} + T_{пер}$$

2. Рассчитать продолжительность технологического цикла (для транспорта - оборот).

3. Количество технологических циклов

$$n_{ц}^{техн} = \frac{T_{см} - T_{в.ц.}}{t_{ц}^{техн}} \text{ с округлением до целого в}$$

большую сторону до $n_{ц_{окр}}^{техн}$

4. Фактическое время смены

$$T_{см}^{\phi} = n_{ц_{окр}}^{техн} \cdot t_{ц}^{техн} + T_{в.ц.}$$

5. Чистое время работы

$$T_{р} = n_{ц_{окр}}^{техн} \cdot t_{р}$$

6. Коэффициент использования времени смены

$$\tau_{см} = \frac{T_{р}}{T_{см}^{\phi}}$$

**5. Связь производительности
МТА с максимальной тяговой
мощностью трактора и
степенью ее использования в
агрегате**

В простейшем случае рабочее сопротивление агрегата равно

$$R_a = k B_k = k B_p / \beta.$$

Из этой формулы следует

$$B_p = \beta R_a / k \quad (1)$$

Часовая техническая производительность равна

$$W_y = 0,1 V_p B_p \tau_{cm}. \quad (2)$$

Подставляем вместо B_p его значение из (1) в (2) и тогда

$$W_y = 0,1 \frac{V_p \beta R_a}{k} \tau_{cm}. \quad (3)$$

Тяговая мощность трактора равна

$$N_{кр} = \frac{R_a V_p}{3,6}, \text{ откуда } R_a V_p = 3,6 N_{кр},$$

С учетом этого уравнение (3) можно записать в виде

$$W_ч = 0,36 \frac{\beta N_{кр}}{K} \tau_{см} \quad (4)$$

Известно, что тяговая мощность $N_{кр}$ и максимальная тяговая мощность $N_{кр\max}$ связаны через коэффициент использования максимальной тяговой мощности формулой

$$\eta_{ум} = \frac{N_{кр}}{N_{кр\max}}, \text{ откуда } N_{кр} = \eta_{ум} N_{кр\max} \quad (5)$$

Подставляя (5) в (4), получим

$$W_ч = 0,36 \frac{\eta_{ум} \beta N_{кр\max}}{k} \tau_{см}.$$

***Вывод : производительность
МТА прямо пропорциональна
максимальной тяговой
мощности трактора и
степени ее использования в
агрегате.***

**6. Связь производительности
МТА с эффективной
мощностью двигателя
трактора и степенью ее
использования в агрегате.
Пути повышения
производительности МТА.**

В простейшем случае рабочее сопротивление агрегата равно

$$R_a = k B_k = k B_p / \beta.$$

Из этой формулы следует

$$B_p = \beta R_a / k \quad (1)$$

Часовая техническая производительность равна

$$W_y = 0,1 V_p B_p \tau_{cm}. \quad (2)$$

Подставляем вместо B_p его значение из (1) в (2) и тогда

$$W_y = 0,1 \frac{V_p \beta R_a}{k} \tau_{cm}. \quad (3)$$

Тяговая мощность трактора равна

$$N_{кр} = \frac{R_a V_p}{3,6}, \text{ откуда } R_a V_p = 3,6 N_{кр},$$

С учетом этого уравнение (3) можно записать в виде

$$W_ч = 0,36 \frac{\beta N_{кр}}{K} \tau_{см} \quad (4)$$

Известно, что тяговая мощность $N_{кр}$ и эффективная мощность двигателя под нагрузкой связаны через тяговый к.п.д. формулой

$$\eta_m = \frac{N_{кр}}{N_e}, \text{ откуда } N_{кр} = \eta_m N_e \quad (5)$$

Подставляя (5) в (4), получим

$$W_ч = 0,36 \frac{\eta_m \beta N_e}{k} \tau_{см}. \quad (6)$$

Если учесть степень использования номинальной эффективной мощности двигателя ($N_{ен}$) в агрегате коэффициентом

$$\eta_N = \frac{N_e}{N_{ен}}, \text{ формула (6) примет вид}$$

$$W_ч = 0,36 \frac{\eta_m \eta_N \beta N_{ен}}{k} \tau_{см}$$

***Вывод : производительность
МТА прямо пропорциональна
эффективной мощности
двигателя и степени ее
использования.***

Из формулы следует:

1) $W_{ч} \nearrow$ при $N_{ен}$, \nearrow при $\eta_{ту}$ и $K = const$

2) $W_{ч} \searrow$ при $K \nearrow$

3) $W_{ч} \searrow$ при $\eta_{ту} \searrow$, т.е. при недогрузке трактора по силе тяги или мощности двигателя возможно уменьшение производительности. Здесь важно чтобы $\eta_T \rightarrow \eta_T^{max}$ $\eta_N \rightarrow \eta_N^{max}$

Пути повышения производительности:

- 1) комплектование МТА с учетом наиболее полной загрузки трактора по мощности и силе тяги в конкретных производственных условиях;
- 2) совершенствование рабочих органов машин в направлении снижения энергоемкости технологического процесса;
- 3) работа на скоростях, соответствующих максимально возможным η_N и η_N ;
- 4) выбор оптимального направления и способа движения, правильная подготовка участков к работе;
- 5) снижение непроизводительных затрат времени;
- 6) использование передового опыта, современных технологий производства работ, совершенствование форм организации труда.