

# **Лекция № 3.2**

## **Комплектование машинно-тракторных агрегатов (тягово-приводные МТА)**

# **В О П Р О С Ы**

- 1. Расчет состава и выбор режимов работы тягово-приводных МТА.***
- 2. Расчет тягово-приводных и самоходных уборочных агрегатов (принципиальная схема).***

## **Задача комплектования (полная) тягово-приводного МТА ставится так:**

Для трактора заданной марки при работе в заданных условиях с учетом требований агротехники:  
***подобрать тягово-приводную рабочую машину из имеющегося типоразмерного ряда и определить рабочую передачу технологического режима*** таким образом, чтобы агрегат отвечал требованиям рациональной загрузки трактора.

Беларус-1221.3



СПУ-4



СПУ-6



СПУ-3



## **Задача комплектования (неполная) тягово-приводного МТА ставится так:**

Для тягово-приводного машинно-тракторного агрегата заданного состава подобрать **рабочую передачу таким образом, чтобы показатели его режима работа отвечали требованию рациональности**



# Особенности

1. При комплектовании агрегатов сцепки не применяются.

2. В общем случае, часть мощности двигателя, передаваемая на привод рабочих органов с/х машины, представляет собой сумму

$$N_{\text{ВОМ}} = N_{\text{техн}} + N_{\text{ВОМ.хх}} + N_{\text{ВОМ.доп}}$$

где  $N_{\text{техн}}$  –затраты мощности на технологический процесс, определяются в зависимости от особенностей самого процесса;

$N_{\text{ВОМ х.х.}}$ - затраты мощности на холостой ход механизмов машины

$N_{\text{ВОМдоп}}$  - затраты мощности на привод вспомогательных механизмов машины (гидропривод и др.).

## Способы определения $N_{\text{вом}}$

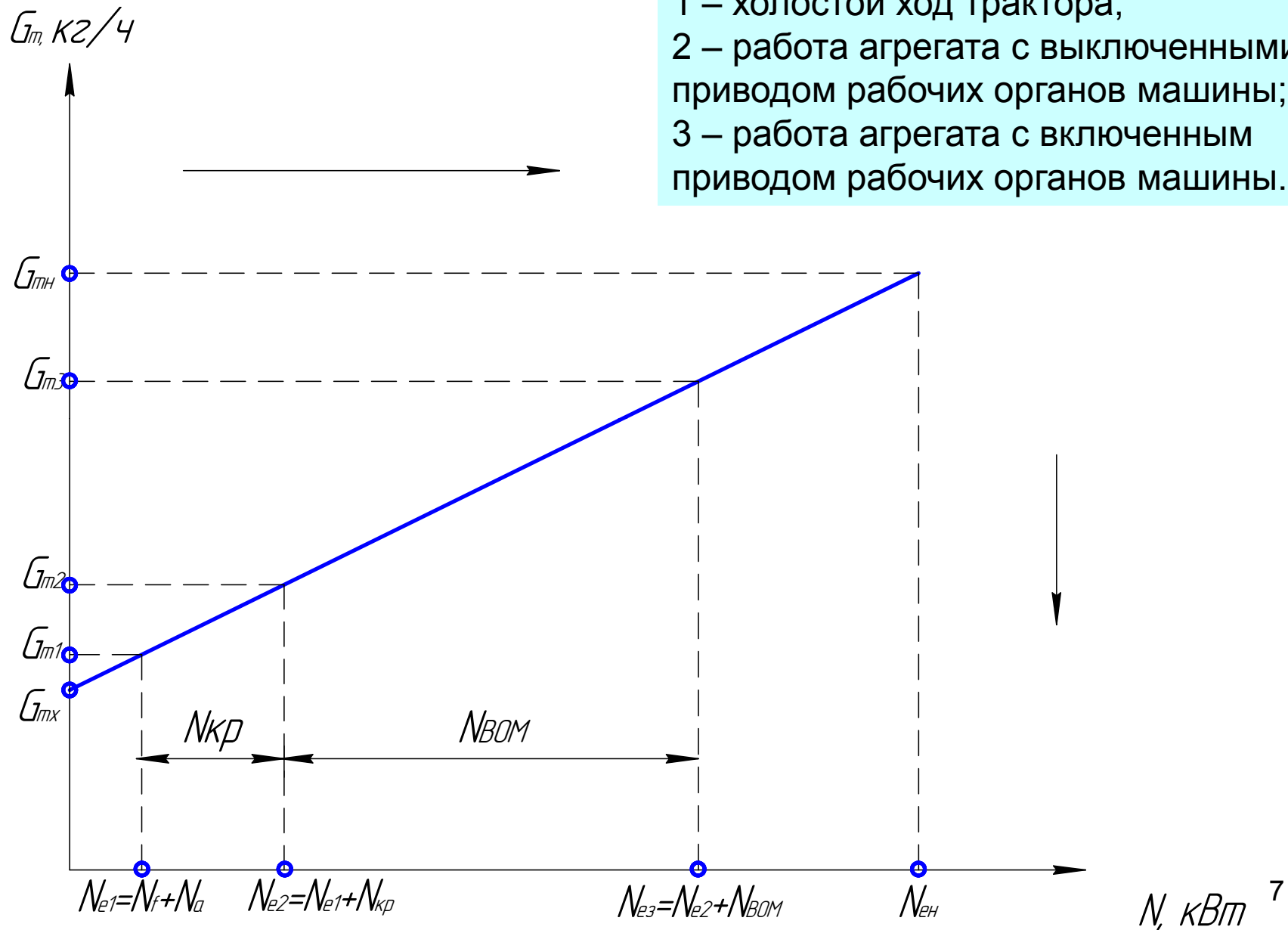
1. Аналитический (низкая точность и требует обоснованного выбора значительного объема экспериментальных данных, **для учебных расчетов**).

2. Экспериментальный прямой (высокая точность, требует использования сложной контрольно-измерительной системы, только для **научной практики**)

3. Экспериментальный косвенный (средняя точность, достаточная для **эксплуатационной практики**, основан на измерении косвенных показателей работы МТА)

# Экспериментальный косвенный

- 1 – холостой ход трактора;
- 2 – работа агрегата с выключенными приводом рабочих органов машины;
- 3 – работа агрегата с включенным приводом рабочих органов машины.



## Порядок выполнения расчетов при постановки задачи комплектования в полном виде

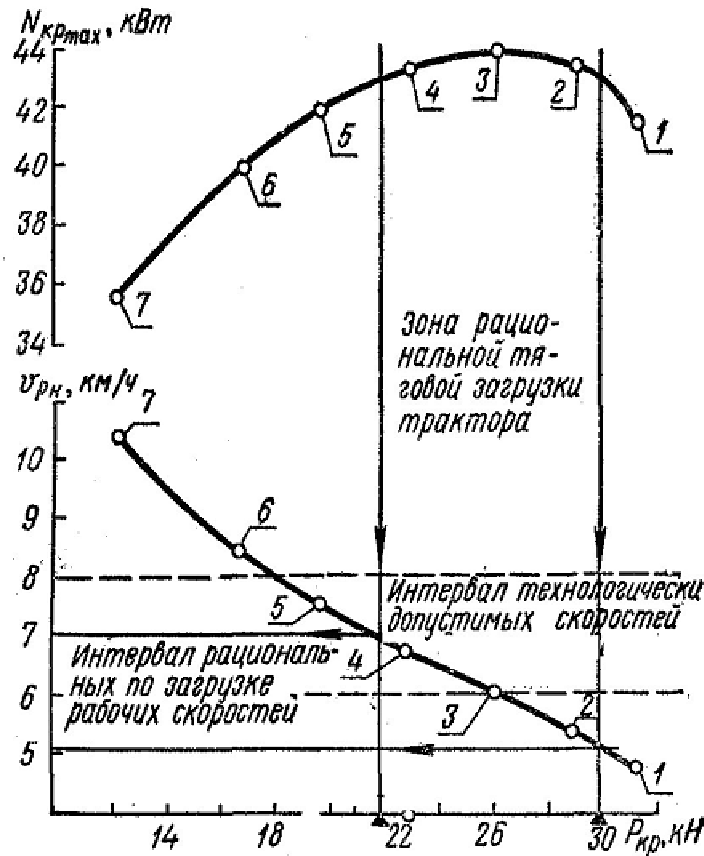


Иллюстрация к применению потенциальной тяговой характеристики для выбора расчетных передач

1. В диапазоне агротехнически допустимых скоростей выбрать минимум две передачи, на которых максимальная тяговая мощность имеет наибольшее значение.

2. Для агрегатов, составленных из типоразмерного ряда машин, изменяющих в своем технологическом процессе свойства объекта воздействия, т.е. имеют удельное тяговое сопротивление, для каждой из предварительно выбранных передач рассчитывается  $V_{\max}$  по формуле

$N_{\text{ВОМ}}$  из справочной информации

$$B_{\max} = \frac{P_{крн} - G_{тр} \frac{i}{100}}{k_{пр} + g_m \frac{i}{100}}$$

Прицепной и  
приводимый к  
прицепным агрегат

$$B_{\max} = \frac{P_{крн} - G_{тр} \frac{i}{100}}{k_{пр} + g_m \left( \lambda f_{тр} + \frac{i}{100} \right)}$$

Навесной агрегат

$k_{пр} = k + k_{ВОМ}$  – общее удельное сопротивление, кН/м;

$k_{ВОМ}$  – приведенное удельное тяговое сопротивление, кН/м, принимается средним для типоразмерного ряда машин, каждая из которых имеет приведенное тяговое сопротивление, эквивалентное мощности, передаваемой от двигателя трактора на привод рабочих органов через ВОМ

$$R_{пр} = \frac{10N_{ВОМ} i_{тр} \eta_{мг}}{r_k n_n \eta_{ВОМ}}$$

$$k_{ВОМ} = \frac{\sum R_{пр i}}{b_{mi}}$$

3. Количество машин, как правило не определяется, а из типоразмерного ряда, принятого предварительно к рассмотрению, принимается для каждой передачи машина, имеющая ближайшую меньшую ширину захвата.

4. Полное рабочее сопротивление агрегата для каждой из выбранных передач с соответствующей машиной определяется как сумма тягового сопротивления и приведенного тягового сопротивления:

**навесной агрегат**

$$R_a = R_{ат} + R_{пр} = B_m k + G_m \left( \lambda f_{тр} + \frac{i}{100} \right) + R_{пр}$$

**прицепной агрегат**

$$R_a = R_{ат} + R_{пр} = B_m k + G_m \frac{i}{100} + R_{пр}$$

Для каждой из принятых к расчету передач определяется коэффициент использования номинального тягового усилия трактора по формуле

$$\eta_{\text{ир}} = \frac{R_a}{P_{\text{крн}} - G_{\text{тр}} \frac{i}{100}}$$

производится анализ полученных значений:

*те варианты комплектования, для которых  $\eta_u > 1$ , исключаются, т.к. тягового усилия на передаче недостаточно;*

*из оставшихся вариантов принимается тот, для которого  $\eta_u \rightarrow \max$ , но не более 0,97 (это выбран состав агрегата)*

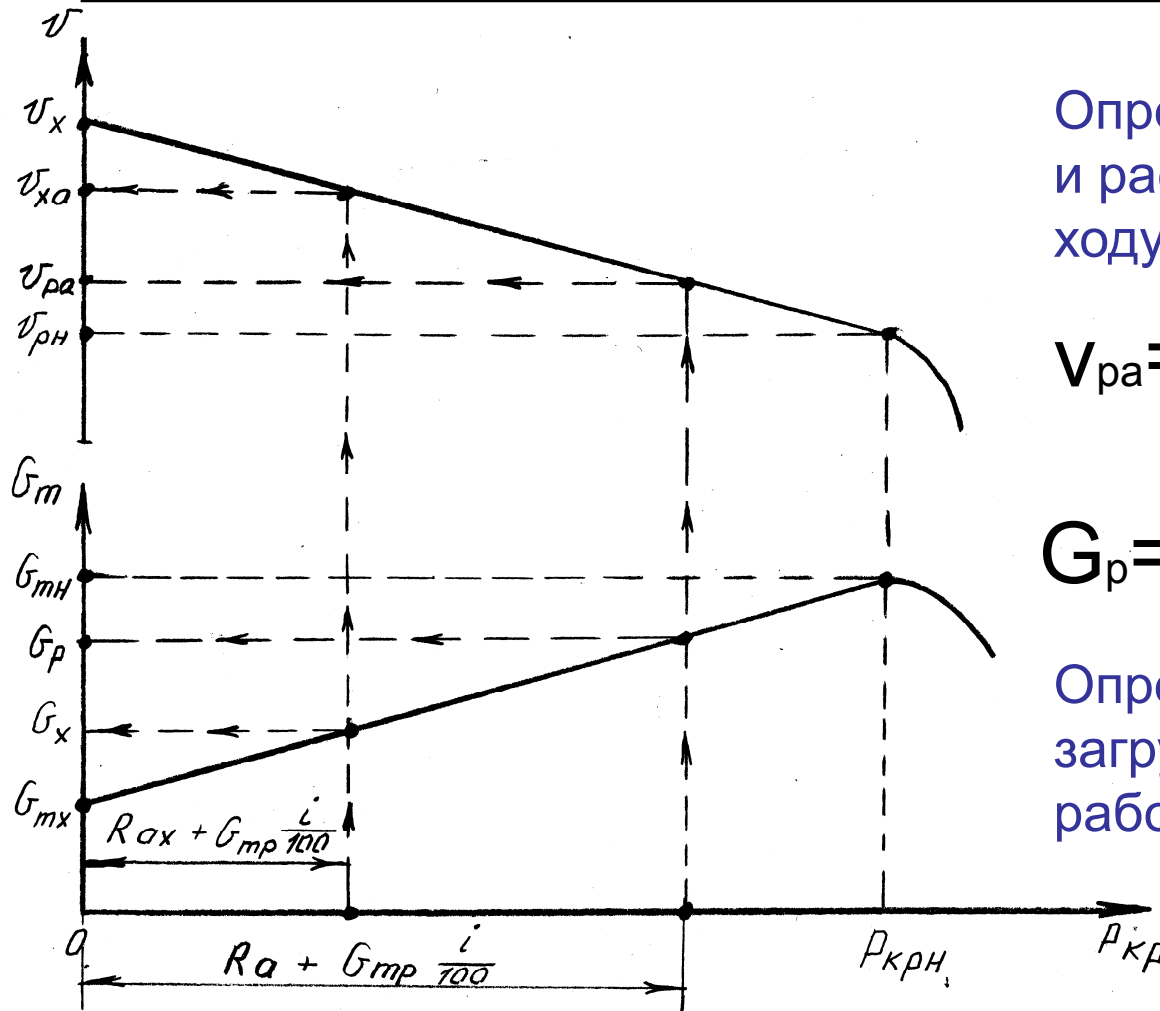
*указывается соответствующая передача (это выбран рабочий режим агрегата)*

**Дальнейшие  
расчеты  
аналогичны  
тяговому  
агрегату.**

**Задача –  
рассчитать  
показатели  
итоговой  
таблицы**

Показатели и параметры	Значение показателей
Состав МТА	
Рабочий режим:	
– передача	
– скорость, км/ч	
– расход топлива, кг/ч	
– коэффициент использования номинального тягового усилия $\eta_{ир}$	
– коэффициент использования максимальной тяговой мощности $\eta_{имр}$	
– коэффициент использования номинальной мощности двигателя $\eta_{Nр}$	
– тяговый к.п.д. $\eta_{тр}$	
– отношение $\eta_{тр} / \eta_{т\ max}$	
Режим холостого хода:	
– передача	
– скорость, км/ч	
– расход топлива, кг/ч	
– коэффициент использования номинального тягового усилия $\eta_{их}$	
– коэффициент использования максимальной тяговой мощности $\eta_{имх}$	
– коэффициент использования номинальной мощности двигателя $\eta_{Nx}$	
– тяговый к.п.д. $\eta_{тх}$	
– отношение $\eta_{тх} / \eta_{т\ max}$	

**Расчет параметров рабочего режима (проводится для выбранного состава агрегата и конкретной передачи)**



Определение рабочей скорости и расхода топлива на рабочем ходу

$$v_{pa} = v_x - \eta_{ир} (v_x - v_{ph})$$

$$G_p = G_x + \eta_{ир} (G_{тн} - G_{тх})$$

Определение показателей загрузки трактора в агрегате на рабочем ходу

- А
- Б
- В
- Г

**Расчет параметров режима холостого хода**  
**(проводится для выбранного состава агрегата**  
**при его движении на поворотной полосе)**

Расчет сопротивления агрегата на холостом ходу (поворот в конце гона) производится по формулам

$$R_{ax} = G_M \left( f_{тр} + \frac{i}{100} \right)$$

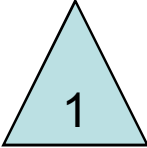
навесной агрегат

$$R_{ax} = G_M \left( f_M + \frac{i}{100} \right)$$

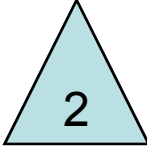
прицепной агрегат

## 4.2. Определение скорости и расхода топлива на холостом ходу

$$\eta_{\text{их}} = \frac{R_{\text{ax}}}{P_{\text{крн}} - G_{\text{тр}} \frac{i}{100}} \quad v_{\text{ха}} = v_{\text{х}} - \eta_{\text{их}}(v_{\text{х}} - v_{\text{рн}})$$



1



2

Если  $v_{\text{ха}} < 7$  км/ч, то принять ее и перейти к расчету следующих показателей

Если  $v_{\text{ха}} > 7$  км/ч, то следует перейти на низшую передачу, которую определить с помощью тяговой характеристики (по скорости трактора на холостом ходу ближайшей больше к 7 км/ч) и для этой передачи рассчитать коэффициент  $\eta_{\text{их}}$  и скорость



3

$$G_{\text{х}} = G_{\text{тх}} + \eta_{\text{их}} (G_{\text{тн}} - G_{\text{тх}})$$

Определение показателей загрузки трактора в агрегате на холостом ходу

А

Б

В

Г

**Итоговые результаты комплектования**  
**представляются в виде таблицы**

См. выше



При комплектовании тягово-приводных агрегатов из типоразмерного ряда машин, не имеющих удельного тягового сопротивления (например разбрасыватели органических и минеральных удобрений, опрыскиватели и т.п.), **для каждой из передач определяется полное рабочее сопротивление** по формулам

$$R_a = R_{ат} + R_{пр} = G_M \left( \lambda f_{тр} + \frac{i}{100} \right) + R_{пр}$$

- навесной агрегат

$$R_a = R_{ат} + R_{пр} = G_M \left( \lambda_1 f_{тр} + \lambda_2 f_M + \frac{i}{100} \right) + R_{пр}$$

- полуприцепной агрегат

$$R_a = R_{ат} + R_{пр} = G_M \left( f_M + \frac{i}{100} \right) + R_{пр}$$

- прицепной агрегат

здесь  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  – коэффициенты, равные частям веса машины (машины с грузом), приходящимся на ведущие колеса трактора и опорно-ходовые колеса машины соответственно.

**Неполная  
задача**

Расчет ведется для каждой из машин типоразмерного ряда



Беларус-3022ДЦ.1



**Задача комплектования (неполная)**



# Беларус-1221.1+МТТ-9

**Технические характеристики:**

Грузоподъемность, т	9,5
Погрузочная высота по бортам, м	1,9
Габаритные размеры, м	
длина	6,5
ширина	2,5
высота	2,0
Масса, т	3,45
Дозы внесения, т/га	10... 60
Ширина внесения, м	5... 8
Производительность, т/ч	75
Трактор, кл. т.с.	2,0
Тип тягово-сцепного устройства трактора	ТСУ-2

## МЕТОДИКА КОМПЛЕКТОВАНИЯ ТЯГОВО-ПРИВОДНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ (неполная задача)

1. Рассчитать рабочее тяговое сопротивление разбрасывателя

$$R_a = (G_{разбр} + G_{зр})(f_{тр} + \frac{i}{100})$$

– прицепное, полуприцепное и полунавесное агрегатирование;

$$R_a = (G_{разбр} + G_{зр})(f_m + \frac{i}{100})$$

– навесное, монтируемое агрегатирование.

Сопротивление перемещению трактора

$$R_э = G_{тр} (f_{тр} + \frac{i}{100})$$

$G_{разбр}$  - вес разбрасывателя, кН;

$G_{гр}$  - грузоподъемность разбрасывателя, кН, определяемая по формуле

$$G_{гр} = \alpha V_k \gamma g, \text{ здесь}$$

$\alpha$  – коэффициент использования конструктивного объема кузова,  $\alpha=0,95 \dots 1,0$ ;

$V_k$  – конструктивный объем кузова,  $\text{м}^3$ ;

$\gamma$  – насыпная плотность удобрений:

$\gamma=0,85 \dots 1 \text{ т/м}^3$  – перепревший навоз, компост;

$\gamma=0,5 \dots 0,85 \text{ т/м}^3$  – полуперепревший навоз,

$\gamma=0,4 \dots 0,5 \text{ т/м}^3$  – свежий навоз,

$\gamma=0,6 \dots 0,9 \text{ т/м}^3$  – минеральные твердые удобрения.

$G_{тр}$  – вес трактора, кН

$f_{тр}$  - коэффициент сопротивления качению трактора;

$f_m$  – коэффициент сопротивления качению разбрасывателя;

$i$  – уклон, %.

**2. Определить максимально возможную скорость (км/ч) агрегата по мощности двигателя**

$$v_{p.макс}^N = \frac{3,6(\eta_N N_{ен} - N_{BOM} / \eta_{BOM}) \eta_{пер} \eta_{\delta}}{R_a + R_{\vartheta}}$$

где  $N_{ен}$  – номинальная мощность двигателя энергосредства, кВт;

$N_{BOM}$  – мощность, передаваемая на привод рабочих органов машины, кВт;

$\eta_N$  – максимально допустимый коэффициент загрузки двигателя по мощности ;

$$\eta_N = 0,97$$

$\eta_{мг}$  – к.п.д. трансмиссии;

$$\eta_{мг} = 0,91 \dots 0,92$$

$\eta_{BOM}$  – к.п.д. передачи BOM;

$$\eta_{BOM} = 0,95$$

$\eta_{\delta}$  – к.п.д. буксования

$$\eta_{\delta} = 1 - \delta / 100,$$

при  $\delta = 10 \dots 12\%$ .

**3. Согласовать скорость  $v_{p.макс}^N$  с рядом передаточных чисел трансмиссии трактора.**

3.1. Определить передаточное число трансмиссии

$$i_{mp} = 0,377 \frac{n_n r_k}{v_{p.макс}^N} (1 - \delta / 100),$$

где  $n_n$  – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя трактора, мин<sup>-1</sup>;

$r_k$  – радиус качения ведущих колес

$$r_k = r_0 + \lambda h_{ш}$$

$r_0$  – радиус обода, м;

$h_{ш}$  – высота профиля шины, м;

$\lambda$  – коэффициент деформации шины и опорного основания под нагрузкой;

$\lambda = 0,7$  – на твердом грунте;

$\lambda = 0,75$  – на стерне и залежи;

$\lambda = 0,8$  – на вспаханном поле.

3.2. Принять из ряда передаточных чисел трансмиссии трактора передачу, для которой  $i_{mp}^{cm}$  – ближайшее большее к рассчитанному  $i_{mp}$ , затем определить скорость по формуле

$$v_{p.макс.cm}^N = 0,377 \frac{n_n r_k}{i_{mp}^{cm}} (1 - \delta / 100)$$

**4. Сравнить значение скорости  $v_{p.макс.ст}^N$  с максимальной и минимальной агротехнически допустимыми скоростями, определить окончательное значение рабочей скорости  $v_p$  и передачи трактора.**

Вопрос 1

4.1. Если  $v_{min}^{agr} \leq v_{p.макс.ст}^N \leq v_{max}^{agr}$ , то рабочая скорость  $v_p = v_{p.макс.ст}^N$ .

4.2. Если  $v_{p.макс.ст}^N \triangleleft v_{min}^{agr}$ , это значит, что в заданных условиях агрегатирования принятый состав МТА не может отвечать агротехническим требованиям. Дальнейший расчет прекращают, или выбирают более мощный трактор. Однако такое бывает очень редко, т.к. в основном ограничения накладывают на максимальную агротехнически допустимую скорость.

4.2. Если  $v_{p.макс.ст}^N \triangleright v_{max}^{agr}$ , то, приняв предварительно  $v_{p.пр} = v_{max}^{agr}$ , согласовать его с рядом передаточных чисел трактора, как это сделано в п.2.

## 5. Определить скорость агрегата на поворотах (холостой ход).

5.1. Принять по тяговой характеристике трактора передачу, скорость на которой при номинальной силе тяги попадает в интервал 5...6 км/ч.

5.2. Определить тяговое сопротивление агрегата на поворотах по формуле

$$R_{ax} = (G_{разбр} + 0,5G_{гр})(f_{тр} + \frac{i}{100}) \text{ – прицепное,}$$

полуприцепное и полунавесное агрегатирование;

$$R_{ax} = (G_{разбр} + 0,5G_{гр})(f_m + \frac{i}{100}) \text{ – навесное,}$$

монтируемое агрегатирование.

5.3. Рассчитать при принятых условиях коэффициент использования номинального тягового усилия

$$\eta_{ix} = \frac{R_{ax}}{P_{крн} - G_{тр} \frac{i}{100}}.$$

5.4. Определить скорость агрегата на повороте по формуле

$$v_{xa} = v_x - \eta_{ix}(v_x - v_{рн}),$$

где  $v_x$  и  $v_{рн}$  – принятые по тяговой характеристике скорости трактора на холостом ходу и при номинальной силе тяги.

## 6. Определить показатели загрузки двигателя трактора в агрегате Вопрос 1

6.1. Мощность двигателя трактора, потребляемая под нагрузкой на рабочем ходу

$$N_{ep} = \frac{R_a + G_{mp} \left( f_{mp} + \frac{i}{100} \right)}{3,6 \eta_{мг} \eta_{\delta}} v_p + \frac{N_{вом}}{\eta_{ВОМ}}$$

6.1. Мощность двигателя трактора, потребляемая под нагрузкой на поворотах

$$N_{ex} = \frac{R_{ax} + G_{mp} \left( f_{mp} + \frac{i}{100} \right)}{3,6 \eta_{мг} \eta_{\delta}} v_{xa}$$

6.3. Коэффициенты загрузки двигателя трактора по мощности:

$$\eta_{Np} = \frac{N_{ep}}{N_{ен}} \quad \text{- на рабочем ходу}$$

$$\eta_{Nx} = \frac{N_{ex}}{N_{ен}} \quad \text{- на поворотах}$$

7. Рассчитать значения часового расхода топлива на рабочем ходу и при поворотах по формулам;

$$G_{\text{тр}} = G_{\text{хх}} + \eta_{\text{Нр}}(G_{\text{тн}} - G_{\text{хх}})$$

$$G_{\text{тх}} = G_{\text{хх}} + \eta_{\text{Нх}}(G_{\text{тн}} - G_{\text{хх}}),$$

где  $G_{\text{хх}}$  - часовой расход топлива при максимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу;

$G_{\text{тн}}$  - часовой расход топлива при номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя.

8. Результаты расчетов представить в виде таблицы

# Тягово-приводной уборочный (принципиальная схема)

1. Определяется максимально возможная по пропускной способности скорость агрегата (км/ч).  
Например, для прицепного кормоуборочного комбайна

$$V_{\text{рпс}} = \frac{360q}{B_p \cdot U},$$

где  $U$  – урожайность убираемой культуры, ц/га;

$B_p$  – рабочая ширина захвата уборочной машины, м,

$$B_p = \beta B_k,$$

здесь  $\beta$  – коэффициент использования конструктивной ширины захвата, принимается равным 0,96;

$B_k$  – конструктивная ширина захвата, м.

Для других типов уборочных машин существуют другие формулы.

Выполняется проверка соответствия значения скорости  $V_{\text{рпс}}$  диапазону агротехнически допустимых скоростей  $[V_{\text{агр}}^{\text{min}}; V_{\text{агр}}^{\text{max}}]$ . При этом возможны три варианта:

1. Если значение  $V_{\text{рпс}}$  попадает в указанный диапазон, то нужно перейти к п.2.

2. Если  $V_{\text{рпс}} > V_{\text{агр}}^{\text{max}}$ , то следует принять  $V_{\text{рпс}} = V_{\text{агр}}^{\text{max}}$  и перейти к п.2.

3. Если  $V_{\text{рпс}} < V_{\text{агр}}^{\text{min}}$ , то делается вывод о непригодности принятой к расчету уборочной машины для таких условий уборки и принимается машина с большей пропускной способностью, после чего опять производится расчеты и сравнения по приведенному выше алгоритму.

**2. Производится расчет передаточного числа трансмиссии трактора с последующим уточнением скорости  $V_{рпс}$ .**

Для этого используются зависимость

$$i_{тр} = 0,377 n_H r_K (1 - \delta_{доп} / 100) / V_{рпс} .$$

Затем делается выбор передачи по передаточному числу, ближайшему большему из ряда передаточных чисел конкретного трактора  $i_{тр}^{ст}$ , после чего уточняется скорость  $V_{рпс}$  (км/ч)

$$V_{рпс}^{\phi} = 0,377 n_H r_K (1 - \delta / 100) / i_{тр}^{ст}$$

где  $\delta_{доп}$  - допустимое буксование двигателя трактора под нагрузкой,  $\delta_{доп} = 10...12\%$ .

**3. Производится расчет необходимой мощности двигателя для работы агрегата со скоростью  $V_{\text{рпс}}^{\phi}$**

$$N_e = \frac{R_{\text{тяг}} + G_{\text{тр}} \left( f_{\text{тр}} + \frac{i}{100} \right)}{3,6 \eta_{\text{тр}} \eta_{\delta}} v_{\text{рпс}} + \frac{N_{\text{вoм}}}{\eta_{\text{вoм}}},$$

где  $f_{\text{тр}}$  – коэффициент сопротивления качению трактора;  
 $i$  – уклон, %;

$\eta_{\text{мг}}$  – к.п.д. трансмиссии трактора, в расчетах принимается равным 0,83 – для гусеничного трактора и 0,9 – для колесного;

$\eta_{\delta}$  – к.п.д. буксования,  $\eta_{\delta} = 1 - \delta/100$ , при  $\delta = 10 \dots 12$  %;

$\eta_{\text{вoм}}$  – к.п.д. ВОМ, принимается равным 0,95.

$R_{\text{тяг}}$  – тяговое рабочее сопротивление уборочной машины (кН), определяемое по формуле

$$R_{\text{тяг}} = kV_k + (G_m + G_{\delta}) \left( \lambda f_{\text{тр}} + \frac{i}{100} \right) \text{ - при навесном}$$

(полунавесном и полуприцепном) агрегатировании,

$$R_{\text{тяг}} = kV_k + (G_m + G_{\delta}) \frac{i}{100} \text{ - при прицепном}$$

агрегатировании,

здесь  $\lambda$  – коэффициент догрузки ведущих колес трактора при агрегатировании;

$k = k_0 [ 1 + (v_{\text{рпс}}^{\phi} - v_0) \Delta_c / 100 ]$ , если сельскохозяйственная машина – навесная, то

$$k = (0,8 \dots 0,85) \cdot k_0 [ 1 + (v_{\text{рпс}}^{\phi} - v_0) \Delta_c / 100 ].$$

#### 4. Проверяется выполнение условия $N_e < N_{ен}$ .

Если условие, приведенное выше, выполняется, то рабочая скорость агрегата равна  $v_p = v_{pnc}^{\phi}$ , т.е. скоростной режим его работы ограничивается допустимой пропускной способностью.

Если же условие не выполняется, то производится расчет максимальной рабочей скорости агрегата при условии рациональной загрузки трактора по мощности двигателя

$$v_{p.макс}^N = \frac{(\eta_N N_{ен} - \frac{N_{ВОМ}}{\eta_{ВОМ}}) 3,6 \eta_{тр} \eta_{\delta}}{R_{тяг} + G_{тр} (f_{тр} + \frac{i}{100})}$$

$(\eta_N = 0,97)$

В данном случае принято считать, что скоростной режим агрегата ограничивается мощностью его двигателя.

Затем с использованием зависимостей п.2 определяется передача трактора, обеспечивающая скорость  $v_{р.макс}^N$ , и уточняется значение  $v_{р.макс}^{N\phi}$ , которое принимается в качестве рабочей скорости уборочного агрегата  $v_p = v_{р.макс}^{N\phi}$ .

## 5. Расчет параметров режимов работы уборочного агрегата

Производится расчет необходимой мощности двигателя для работы агрегата со скоростью  $v_p$

$$N_e = \frac{R_{\text{тяг}} + G_{\text{тр}} \left( f_{\text{тр}} + \frac{i}{100} \right)}{3,6 \eta_{\text{тр}} \eta_{\delta}} v_p + \frac{N_{\text{ВОМ}}}{\eta_{\text{ВОМ}}},$$

а затем коэффициент загрузки двигателя трактора

$$\eta_N = \frac{N_e}{N_{\text{ен}}},$$

Производится расчет необходимой мощности двигателя на холостом ходу агрегата (повороты), при этом для упрощения расчетов допускается, что скорость холостого хода равна рабочей скорости

$$N_{ex} = \frac{R_x + G_{тр} \left( f_{тр} + \frac{i}{100} \right)}{3,6 \eta_{тр} \eta_{\delta}} v_p + \frac{N_{BOMxx}}{\eta_{BOM}} .$$

Затем рассчитывается коэффициент загрузки двигателя трактора на холостом ходу

$$\eta_{Nx} = \frac{N_{ex}}{N_{ен'}} .$$

Значения часового расхода топлива на рабочем ходу рассчитываются по формуле

$$G_{\text{тр}} = G_{\text{тхх}} + \eta_{\text{N}} (G_{\text{тн}} - G_{\text{тхх}}),$$

а часового расхода топлива на холостом ходу без переключения передачи -

$$G_{\text{тх}} = G_{\text{тхх}} + \eta_{\text{Nх}} (G_{\text{тн}} - G_{\text{тхх}}).$$

Величины  $G_{\text{тхх}}$  и  $G_{\text{тн}}$  принимаются по данным внешней скоростной характеристики двигателя трактора.

## **РАСЧЕТ САМОХОДНЫХ УБОРОЧНЫХ АГРЕГАТОВ (ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА)**

**1. Определяется максимально возможная по пропускной способности скорость агрегата (км/ч).**

**2. Производится расчет передаточного числа трансмиссии с последующим уточнением скорости  $V_{рпс}$ .**

**Если трансмиссия комбайна гидромеханическая или гидрообъемная, то по технической характеристике выбирается нужный диапазон.**

### 3. Расчет мощности, потребляемой от двигателя

Производится расчет необходимой мощности двигателя для работы агрегата со скоростью  $V_{\text{рпс}}^{\text{ф}}$

$$N_e = \frac{(G_m + G_b)(f_m + \frac{i}{100})}{3,6\eta_{\text{тр}}\eta_{\delta}} V_{\text{рпс}} + \frac{N_{\text{вОМ}}}{\eta_{\text{вОМ}}},$$

где  $\eta_{\text{тр}}$  – к.п.д. трансмиссии комбайна, в расчетах принимается равным 0,83 – механическая и 0,68 – гидрообъемная; 0,56 – гидромеханическая.

$\eta_{\delta}$  – к.п.д. буксования,  $\eta_{\delta}=1 - \delta/100$ , при  $\delta=3...5 \%$ ;

$\eta_{\text{вОМ}}$  – к.п.д. ВОМ, принимается равным 0,95.

#### 4. Анализ результатов расчета

Проверяется выполнение условия  $N_e < N_{ен}$ .

Если условие, приведенное выше, выполняется, то рабочая скорость комбайна равна  $v_p = v_{рпс}^{\phi}$ , т.е. скоростной режим его работы ограничивается допустимой пропускной способностью.

Если же условие не выполняется, то производится расчет максимальной рабочей скорости агрегата при условии рациональной загрузки трактора по мощности двигателя

$$v_{р.макс}^N = \frac{(\eta_N N_{ен} - \frac{N_{ВОМ}}{3,6}) \eta_{тр} \eta_{\delta}}{(G_M + G_{\delta})(f_M + \frac{i}{100})}$$

( $\eta_N = 0,97$ )

В данном случае принято считать, что скоростной режим комбайна ограничивается мощностью его двигателя.

Затем с использованием зависимостей п.2 определяется передача (диапазон) трансмиссии комбайна, обеспечивающая скорость  $v_{р.макс}^N$ , и уточняется значение

$v_{р.макс}^{N\phi}$ , которое принимается в качестве рабочей скорости  $v_p = v_{р.макс}^{N\phi}$ .

## 5. Расчет параметров режимов работы уборочного агрегата

Производится расчет необходимой мощности двигателя для работы агрегата со скоростью  $v_p$

$$N_e = \frac{(G_m + G_{\delta})(f_m + \frac{i}{100})}{3,6\eta_{тр}\eta_{\delta}} v_p + \frac{N_{ВОМ}}{\eta_{ВОМ}},$$

а затем коэффициент загрузки двигателя комбайна

$$\eta_N = \frac{N_e}{N_{ен}}.$$

Производится расчет необходимой мощности двигателя на холостом ходу комбайна (повороты), при этом для упрощения расчетов допускается, что скорость холостого хода равна рабочей скорости

$$N_{\text{ex}} = \frac{(G_{\text{м}} + G_{\text{б}}) \left( f_{\text{тр}} + \frac{i}{100} \right)}{3,6 \eta_{\text{тр}} \eta_{\delta}} v_{\text{р}} + \frac{N_{\text{ВОМхх}}}{\eta_{\text{ВОМ}}} .$$

Затем рассчитывается коэффициент загрузки двигателя комбайна на холостом ходу

$$\eta_{\text{Nx}} = \frac{N_{\text{ex}}}{N_{\text{ен}}} .$$

Значения часового расхода топлива на рабочем ходу рассчитываются по формуле

$$G_{\text{тр}} = G_{\text{ТХХ}} + \eta_{\text{N}} (G_{\text{ТН}} - G_{\text{ТХХ}}),$$

а часового расхода топлива на холостом ходу без переключения передачи -

$$G_{\text{ТХ}} = G_{\text{ТХХ}} + \eta_{\text{NХ}} (G_{\text{ТН}} - G_{\text{ТХХ}}).$$

Величины  $G_{\text{ТХХ}}$  и  $G_{\text{ТН}}$  принимаются по данным внешней скоростной характеристики двигателя комбайна, либо при отсутствии таковой по паспортным данным.

Тогда часовой расход топлива при максимальных оборотах холостого хода можно рассчитать по зависимости

$$G_{\text{ТХХ}} = (0,2 \dots 0,3) G_{\text{ТН}}.$$