

Выбор конструктивных параметров КМ, обеспечивающих заданные тягово-скоростные свойства

Для выбора основных параметров проектируемой колесной машины или для оценки тягово-скоростных и экономических свойств уже существующих конструкций необходимо знать исходные параметры.

Ряд параметров указывается в техническом задании на автомобиль:

- назначение и тип КМ (легковая, грузовая, многоцелевая, внедорожная и т. д.);
- массу полезного груза $m_{\text{гр}}$ (для тягача дополнительно полную массу прицепа $m_{\text{пц}}$);
- максимальную скорость движения $v_{\text{м х max}}$ и минимально устойчивую скорость движения $v_{\text{м х min}}$;
- предельное сопротивление ψ_{max} или другие соответствующие показатели: максимальный угол преодолеваемого подъема $\alpha_{\text{оп х max}}$, наибольшее тяговое усилие на крюке $P_{\text{тяг max}}$, наибольшее ускорение $a_{\text{м х max}}$ и т. д.

1. Массогабаритные параметры

Все колесные транспортные машины подразделяются на категории, для каждой из которых установлены свои требования.

Индексы категорий (по ГОСТ Р 52051-2003) соответствуют АТС предназначенным для перевозки:

M – пассажиров;

N – грузов;

N^T – внедорожные АТС и тяжеловозы;

O и *O^T* – прицепы и полуприцепы.

Классификация автотранспортных средств

Категория	$n_{\text{пас}}$	$m_{\text{п, т}}$
M_1	≤ 8	≤ 5
M_2	> 8	≤ 5
M_3	> 8	> 8

Категория	$m_{\text{п, т}}$
N_1	$\leq 3,5$
N_2	$> 3,5 \dots$ 12
N_3	> 12

Категория	$m_{\text{п, т}}$
N_3^{T}	$> 12 \dots 52$
N_4^{T}	$> 52 \dots 100$
N_5^{T}	$> 100 \dots 180$
N_6^{T}	$> 180 \dots 250$

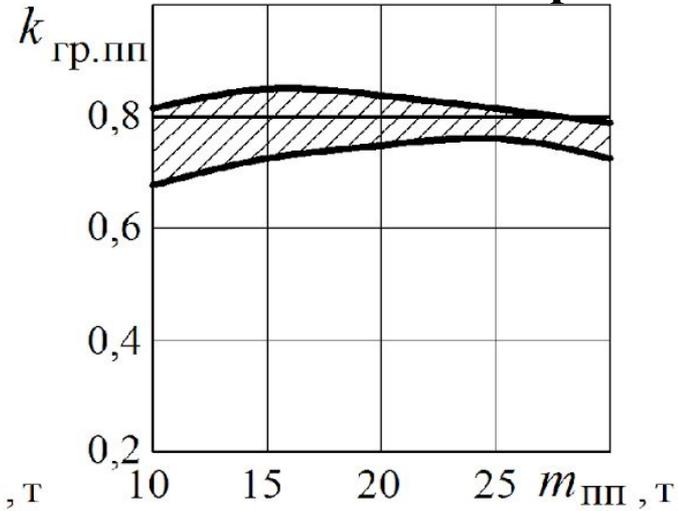
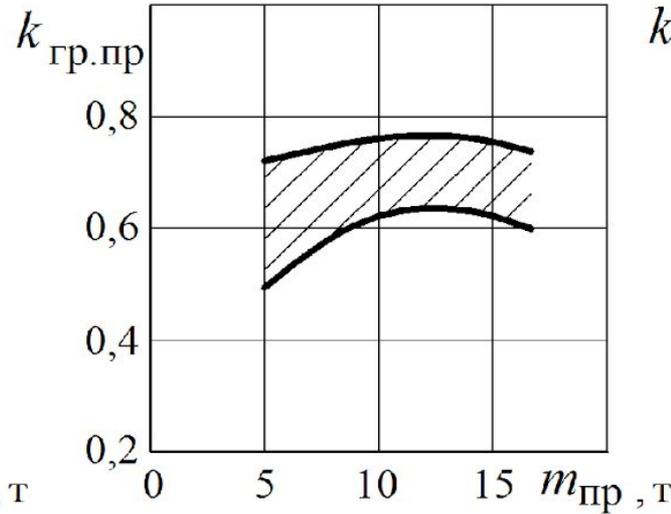
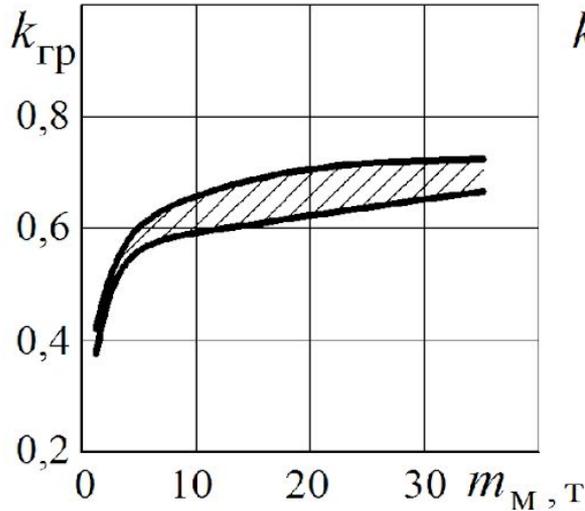
Категори я	$m_{\text{п, т}}$
O_1	$\leq 0,75$
O_2	до 3,5
O_3	до 10
O_4	> 10

Полную массу $m_{\text{пол}}$ определяют на основе анализа статистических данных по машинам-аналогам с учетом перспектив совершенствования и развития конструкций. Ориентиром могут служить коэффициенты грузоподъемности $k_{\text{гр}}$ и удельной грузоподъемности $k_{\text{гр.уд}}$:

$$k_{\text{гр}} = m_{\text{гр}} / m_{\text{пол}};$$

$$k_{\text{гр.уд}} = m_{\text{гр}} / m_{\text{сн}}$$

Изменение коэффициентов грузоподъемности $k_{гр}$



грузовые автомобили

прицепы

полуприцепы

Значения $k_{гр.уд}$:

0,18...0,2 – для автомобилей высшего класса;

0,85...1,1 – для полноприводных грузовых с бортовой платформой;

2,5...3 – для автопоездов с учетом массы прицепа или полуприцепа.

Число осей, колес и их параметры

Исходя из полной массы m_{Π} , определяется количество осей $n_{ос}$ и колес $n_{кол}$ в соответствии с действующим законодательством по ограничению максимальной нагрузки на дорогу.

	$P_{zo\ max}$, кН	
	Одинарная ошиновка	Двойная ошиновка
Ведущие оси	92	115
Ведомые оси	71,2	101,7

По нагрузке, в соответствии с номенклатурой, выбирают необходимые шины.

Число осей, колес и их параметры

Полные предельные массы $m_{\text{пол max}}$ автотранспортных средств установлены в зависимости от количества осей:

Общее количество осей	Разрешенная максимальная масса, кг
2	18 000
3	28 000
4	36 000
5 и более	40 000

Если полная масса или осевые нагрузки ТС больше нормативных, то их движение по дорогам общего пользования допускается только при наличии специального разрешения.

Габаритные размеры

Предельные габаритные размеры автомобилей:

- ширина – 2,55 м;
- высота – 4 м;

полная длина:

- одиночного – 12 м;
- автопоезда – 20 м;

Параметры силовой установки

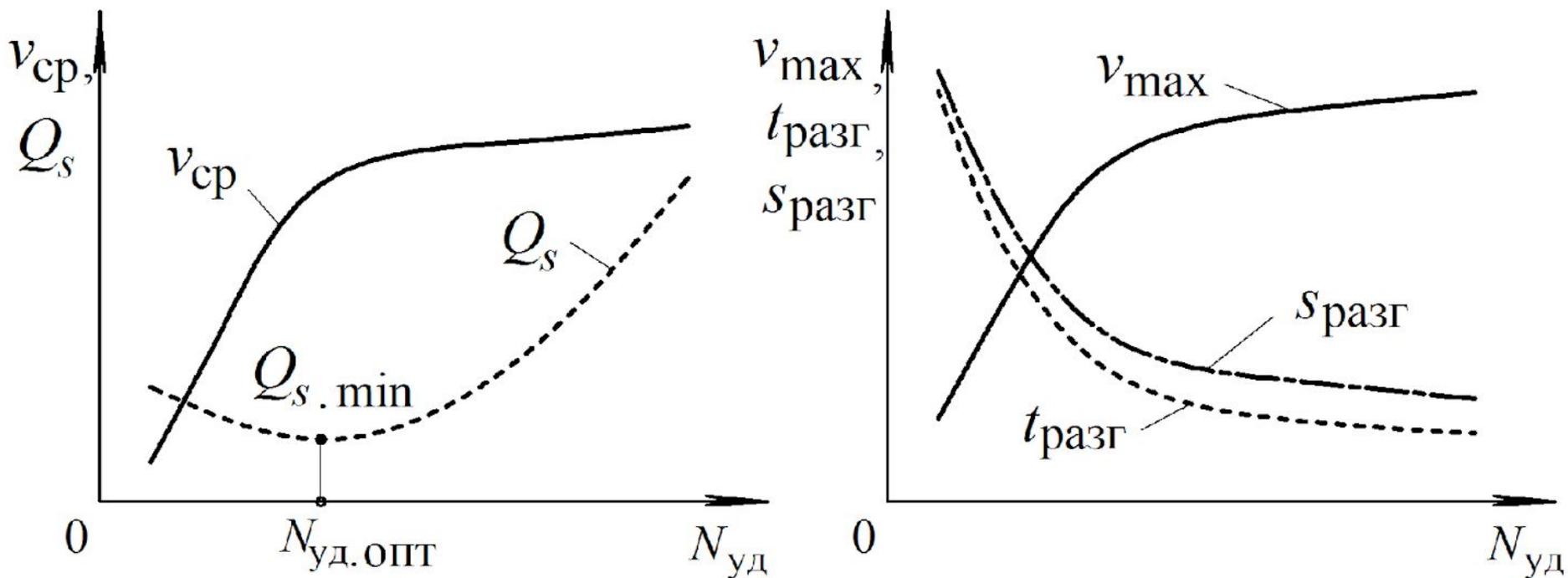
Основным показателем энергетических свойств колесной машины является удельная мощность двигателя

$$N_{\text{уд}} = N_{\text{дв}} / m_{\text{м}}$$

С увеличением $N_{\text{уд}}$ улучшаются тягово-скоростные свойства КМ, однако минимальный путевой расход $Q_{s.\text{min}}$ соответствует некоторой оптимальной удельной мощности $N_{\text{уд.опт}}$.

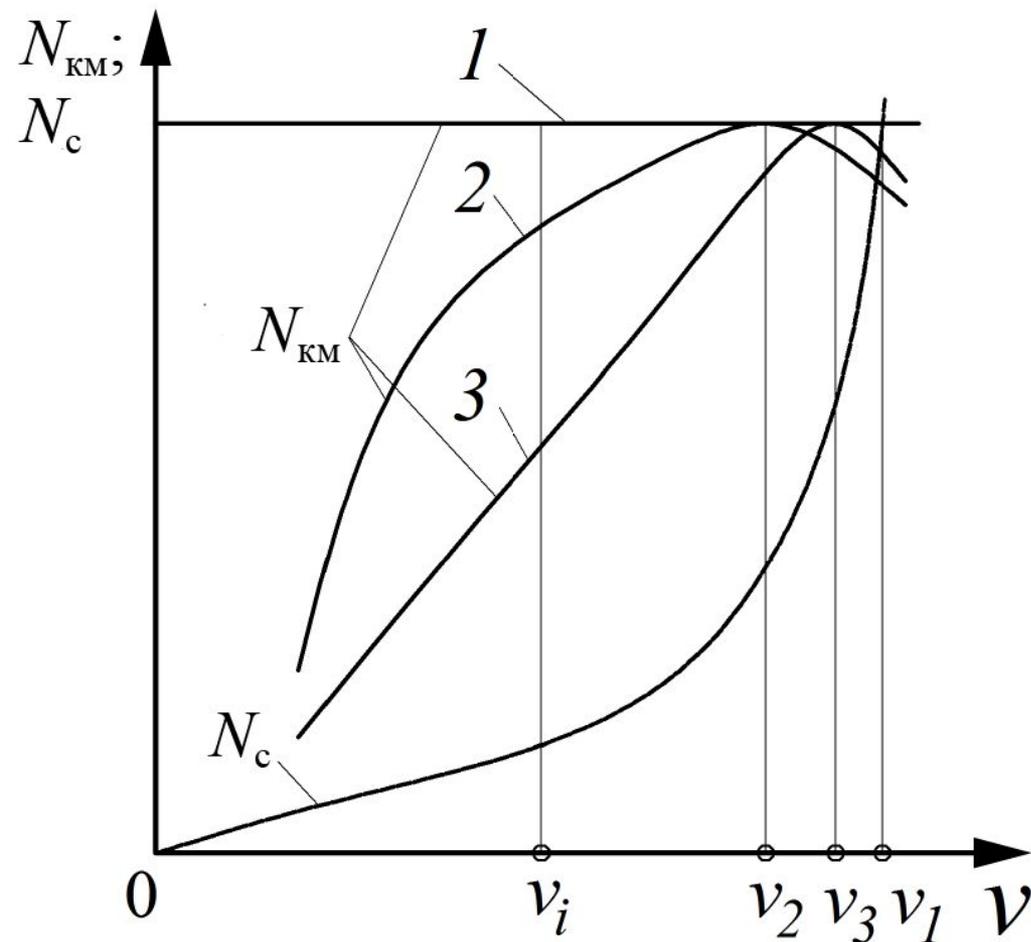
Предельные значения скорости движения, времени, и пути разгона ограничиваются сцеплением колесного движителя с опорной поверхностью.

Параметры силовой установки



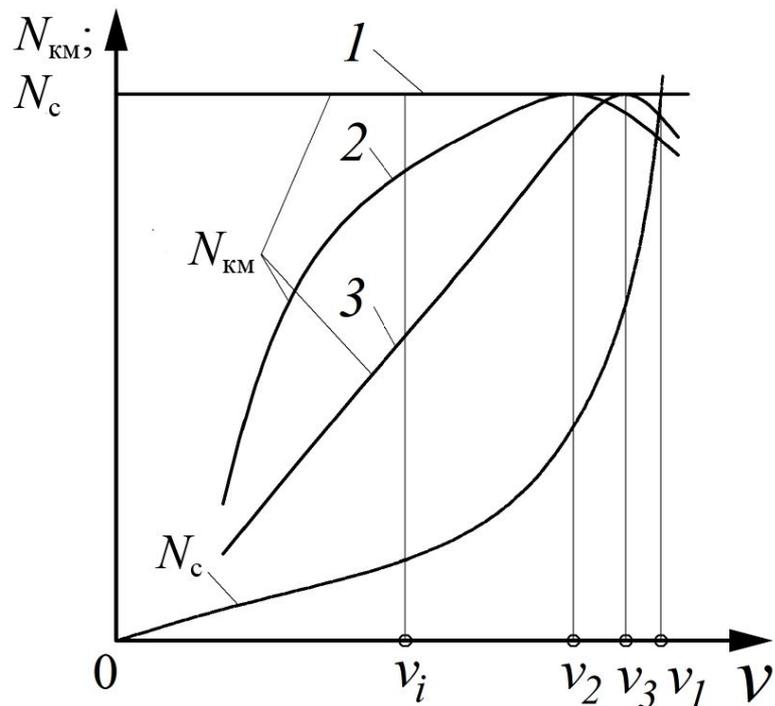
Влияние удельной мощности двигателя на тягово-скоростные свойства КМ и путевого расход топлива.

Параметры силовой установки



Чем ближе характеристика $N_{\text{дв}}(n_{\text{дв}})$ приближается к идеальной прямой 1 постоянной мощности, тем больше запас мощности, который может быть использован для разгона КМ и преодоления внешних возросших сопротивлений.

Параметры силовой установки

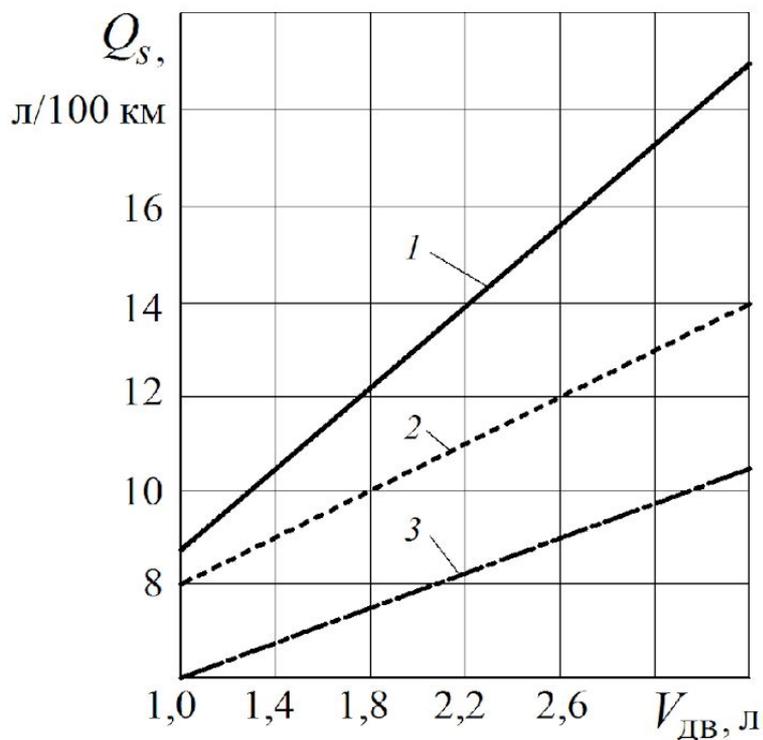


Газотурбинный двигатель и поршневой с наддувом (кривая 2) более предпочтительны, чем обычный поршневой (кривая 3).

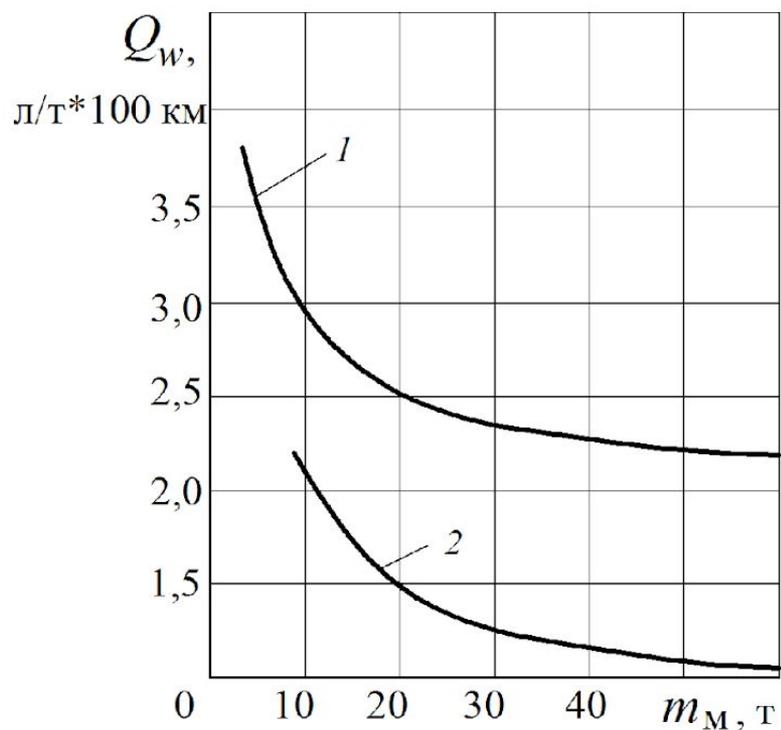
Однако чем больше $N_{дв}$ при заданной мощности сопротивлений N_c и скорости v_i тем меньше коэффициент использования мощности двигателя $k_{иN}$ ($k_{иN1} < k_{иN2} < k_{иN3}$), а, следовательно, больше удельный расход g_e и при заданных скорости $v_{x.k}$ и ускорении a_x больше путевой расход топлива Q_s .

Параметры силовой установки

Путевой Q_s и транспортный Q_w расходы топлива зависят от рабочего объема двигателя $V_{дв}$, скорости движения, полной массы и типа двигателя.



- 1 — в городском цикле;
- 2 — при скорости 120 км/ч;
- 3 — при скорости 90 км/ч;



- 1 — бензиновый двигатель;
- 2 — дизельный двигатель

Параметры трансмиссии

При определении минимального передаточного числа механической части трансмиссии $u_{\text{тр min}}$ должно быть выполнено три условия.

Первое – должна быть обеспечена максимальная скорость движения $v_{\text{хк.max}}$, заданная в техническом задании:

$$U_{\text{тр min}} = 0,105 n_{\text{дв max}} r_{\text{к}} / v_{\text{м х max}}$$

Параметры трансмиссии

Второе – мощность двигателя, поступающая на колеса при максимальных оборотах, должна быть равна мощности сопротивлений движению на усовершенствованной горизонтальной дороге ($\alpha_{\text{оп } x} \approx 1 \dots 1,5^\circ \approx 0$) при установившемся движении ($a_{\text{м } x} = 0$):

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_{\text{км}}}{k_{\text{сн}N} \cdot \eta_{\text{тр}}} = \frac{N_f + N_w}{k_{\text{сн}N} \cdot \eta_{\text{тр}}} = \frac{v_{\text{м } x \text{ max}} (P_f + P_w)}{k_{\text{сн}N} \cdot \eta_{\text{тр}}}$$

в Вт

Параметры трансмиссии

$$P_f = P_{Mz} \cdot \psi$$

$$P_{\text{моб}} = 0,5 \cdot c_{\text{xx}} \cdot F \cdot \rho \cdot v_M^2$$

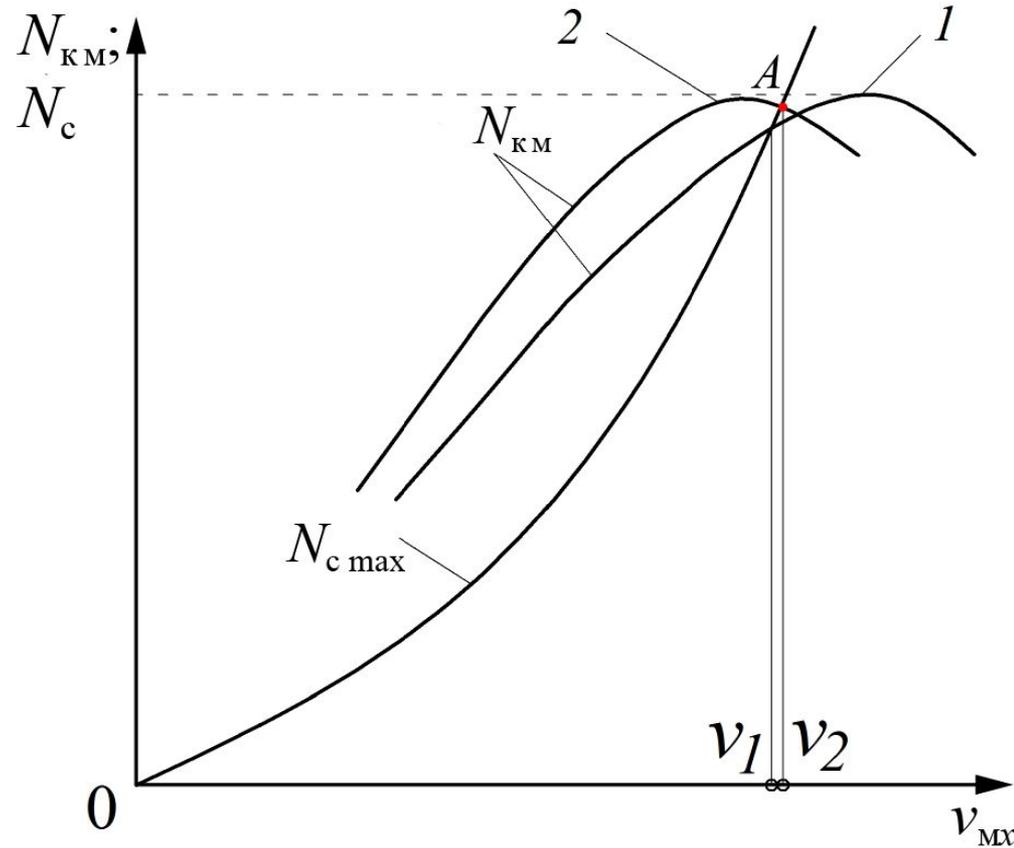
$$\psi = f_{\text{шв}} \cdot \left(1 + k_2 \cdot 10^{-4} \cdot v_{Mx}^2 \right) + f_{\text{шв}} \cdot \left(\frac{r_{\text{кв}}}{r_{\text{к0}}} - 1 \right) +$$
$$+ 2 \cdot n_{\text{оМ}} \cdot \lambda_M \cdot M_{\text{к}}^2 / \left(P_{zM} \cdot r_{\text{кв}} \cdot r_{\text{к0}} \right)$$

$n_{\text{оМ}}$ – число ведущих осей;

P_{zM} – нормальная сила, действующая на ведущие колеса;

Параметры трансмиссии

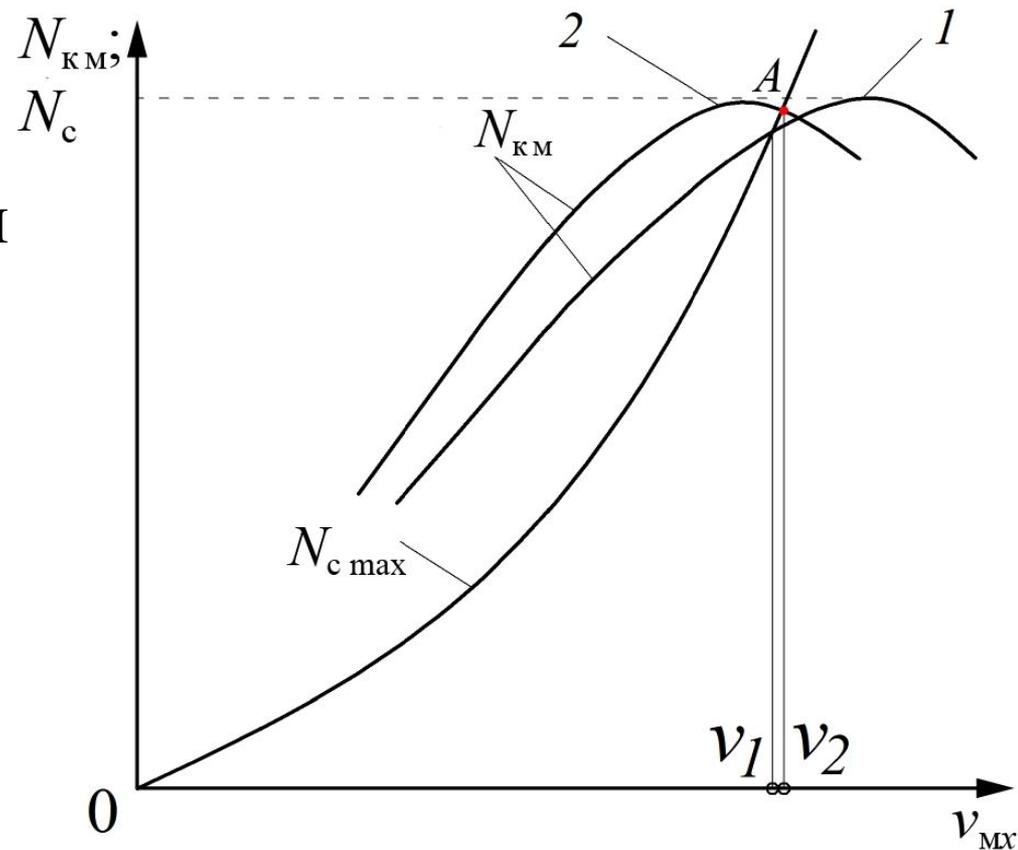
Третье — точка пересечения кривых $N_{\text{км}}$ и N_c на мощностной диаграмме должна находиться в области максимальных значений $N_{\text{км}}$ на ниспадающей части ветви (точка A на пересечении кривой 2 и максимальной мощности сопротивлений N_c).



Параметры трансмиссии

Это обеспечивает незначительное снижение скорости движения v_{max} при возросшем сопротивлении движению без перехода на низшую передачу в трансмиссии.

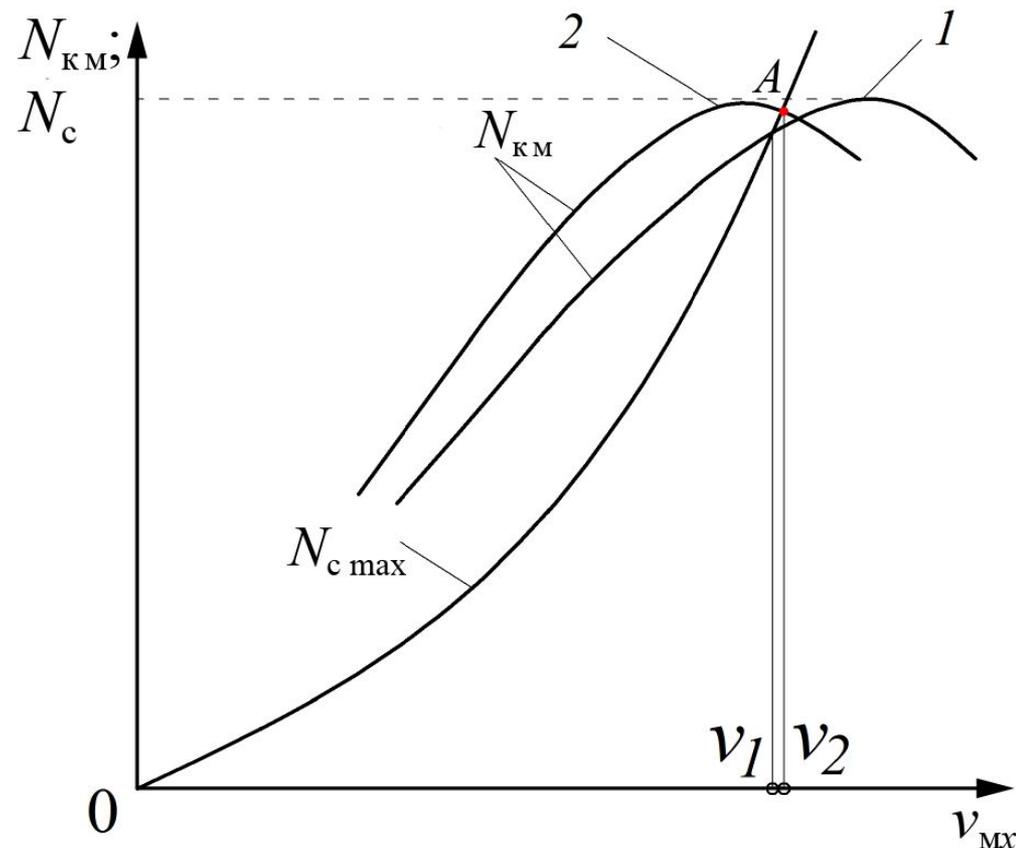
Корректировку положения этой точки, как правило, осуществляют изменением передаточного числа главной передачи.



Параметры трансмиссии

Иногда используется ускоряющая передача (кривая 1), что позволяет улучшить топливную экономичность машины при незначительном уменьшении максимальной скорости движения, $v_1 < v_2$.

Она также позволяет увеличить скорость движения при уменьшении полной массы машины.



Параметры трансмиссии

Максимальное передаточное число трансмиссии

$u_{\text{тр max}}$ определяется тремя условиями:

- 1) возможностью преодоления максимального коэф. сопротивления движению ψ_{max} (обычно макс. угла преодолеваемого подъема $\alpha_{\text{оп x max}}$);
- 2) отсутствием интенсивного буксования двигателя (ограничение по сцеплению);
- 3) обеспечением минимально устойчивой скорости движения $v_{\text{м x min}}$.

Параметры трансмиссии

Первое условие обеспечивается при $D_{\phi \max} \geq \psi_{\max}$:

$$u_{\text{тр max}} \geq \frac{\psi_{\max} \cdot P \cdot r}{M_{\text{дв max}} \cdot k_{\text{снN}} \cdot \eta_{\text{тр}}}$$

где

$$\psi_{\max} = f \cdot \cos \alpha_x + \sin \alpha_x$$

При наличии гидротрансформатора вместо $M_{\text{дв max}} \cdot k_{\text{снN}}$ следует подставлять поступающий на входной вал механической части трансмиссии крутящий момент

$$M_{\text{тур}} = K_{\text{ГТ}} \cdot M_{\text{сп}}$$

Параметры трансмиссии

Второе условие выполняется при

$$D_{\varphi \max} \leq \frac{\varphi_{\max}}{P_M} \sum_{i=1}^{n_{KM}} P_{zMi}$$

т.е.

$$U_{\text{тр max } \varphi} \leq \frac{\varphi_{\max} \cdot r}{M_{\text{дв max}} \cdot k_{\text{снN}} \cdot \eta_{\text{тр}}} \sum_{i=1}^{n_{KM}} P_{zMi}$$

Третье условие ничем не ограничено.

Максимальное передаточное число $u_{\text{тр max } \nu}$

определяется по уравнению:

$$u_{\text{тр max } \nu} = 0,105 \cdot n_{\text{двM}} \cdot r_{\text{к}} / \nu_{\text{мх min}}$$

Параметры трансмиссии

Значения ψ_{\max} , φ_{\max} , $v_{\text{mx min}}$ регламентированы в зависимости от типа автомобиля.

Значения ψ_{\max} :

0,35...0,5 – для легковых;

0,35...0,4 – грузовых;

0,7...0,8 – полноприводных;

$\geq 0,18$ – автопоездов;

0,3...0,4 – карьерных автомобилей-самосвалов.

Значения φ_{\max} :

0,7...0,8 – для неполноприводных;

0,7...0,9 – для полноприводных автомобилей.

Минимально устойчивая скорость $v_{\text{mx min}}$, км/ч:

4...5 – для грузовых;

2...3 – для полноприводных.

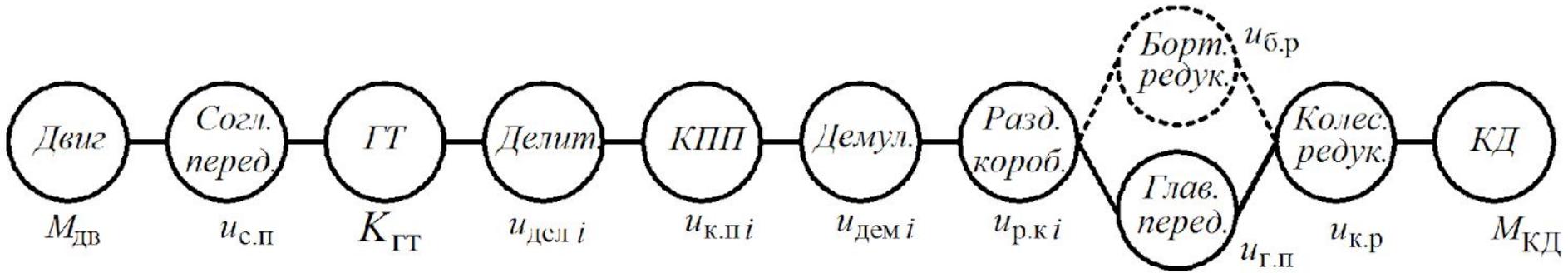
Выбор передаточных чисел узлов трансмиссии

Отношение максимального к минимальному передаточных чисел трансмиссии называют *диапазоном передаточных чисел трансмиссии*:

$$D_{\text{тр}} = u_{\text{тр max}} / u_{\text{тр min}}$$

Для приближения изменения крутящего момента на колесах к идеальному (гиперболическому), в трансмиссии производится изменение передаточных чисел. Это позволяет полнее и экономичнее использовать мощность двигателя при движении на малых и средних скоростях.

Выбор передаточных чисел узлов трансмиссии



Общее передаточное число и КПД механической части трансмиссии определяются произведением этих параметров на цепи от входного вала механической части трансмиссии до колесного движителя:

$$u_{тр} = u_{делі} \cdot u_{к.пі} \cdot u_{демі} \cdot u_{р.кі} \cdot u_{г.п} \cdot u_{к.р};$$

$$\eta_{тр} = \eta_{делі} \cdot \eta_{к.пі} \cdot \eta_{демі} \cdot \eta_{р.кі} \cdot \eta_{г.п} \cdot \eta_{к.р}.$$