

Выполнил: Берестюк М.,
группа ИБМ4-51

2012 г.

Уравнение сохранения энергии для произвольного мгновения работы машины:

$$W_{\text{дв}} - W_{\text{полезн}} - W_{\text{потерь}} - W_{\text{рек}} \pm W_{\text{упр}} \pm W_G \pm W_{\text{ин}} = 0$$

Мгновенный КПД характеризует мощность, затрачиваемую на преодоление сил полезного сопротивления

$$\eta_{\text{мгн}} = \frac{W_{\text{полезн}}}{W_{\text{дв}}}$$

Мгновенный коэффициент потерь характеризует мощность, затрачиваемую на преодоление сил вредного сопротивления

$$\chi_{\text{мгн}} = \frac{W_{\text{потерь}}}{W_{\text{дв}}}$$

При установившемся движении

$$\int_0^{\tau_{\text{цикл}}} (W_{\text{унр}} + W_G + W_{\text{ин}}) dt = 0$$

или

$$\int_0^{\varphi_{\text{цикл}}} (M_{\text{унр}}^{\text{кр}} + M_G^{\text{кр}} + M_{\text{ин}}^{\text{кр}}) d\varphi = 0$$

Поэтому интегрирование уравнения баланса мощностей за полный цикл $\tau_{\text{цикл}}$ дает

$$(A_{\text{дв}})_{\text{цикл}} = (A_{\text{полезн}} + A_{\text{потерь}} + A_{\text{рек}})_{\text{цикл}}$$

Критериями, позволяющими оценить экономичность расхода энергии двигателя за цикл могут служить:

- доля потерь

$$d_{\text{потерь}} = \left(\frac{A_{\text{потерь}}}{A_{\text{дв}}} \right)_{\text{цикл}}$$

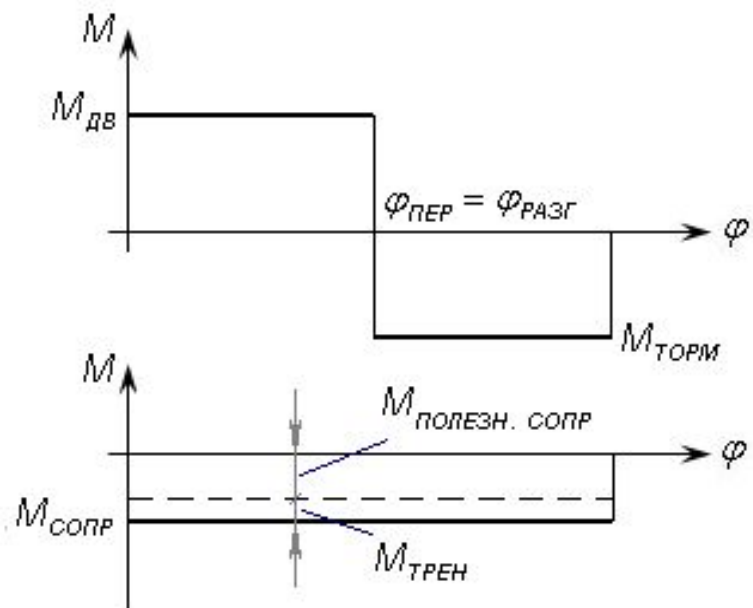
- цикловой КПД

$$\eta_{\text{цикла}} = \left(\frac{A_{\text{полезн}}}{A_{\text{дв}}} \right)_{\text{цикл}}$$

В цикле установившегося движения они не являются независимыми параметрами, а однозначно связаны между собой как средние значения их функций за цикл

$$\eta = \frac{(A_{\text{полезн}})_{\text{цикл}}}{(A_{\text{полезн}} + A_{\text{потерь}})_{\text{цикл}}} = \frac{(A_{\text{дв}} - A_{\text{потерь}})_{\text{цикл}}}{(A_{\text{дв}})_{\text{цикл}}} = 1 - d_{\text{потерь}}$$

Передачи	КПД	Доля потерь
Одноступенчатая цилиндрическая зубчатая передача	0,96..0,98	0,02..0,04
Двухступенчатая цилиндрическая зубчатая передача	0,90..0,95	0,05..0,10
Однорядный планетарный редуктор	0,90..0,95	0,05..0,10
Ременная передача	0,94..0,96	0,04..0,06
Цепная передача	0,92..0,95	0,05..0,08
Пара подшипников качения	—	0,02
Упругая соединительная муфта	—	0,02

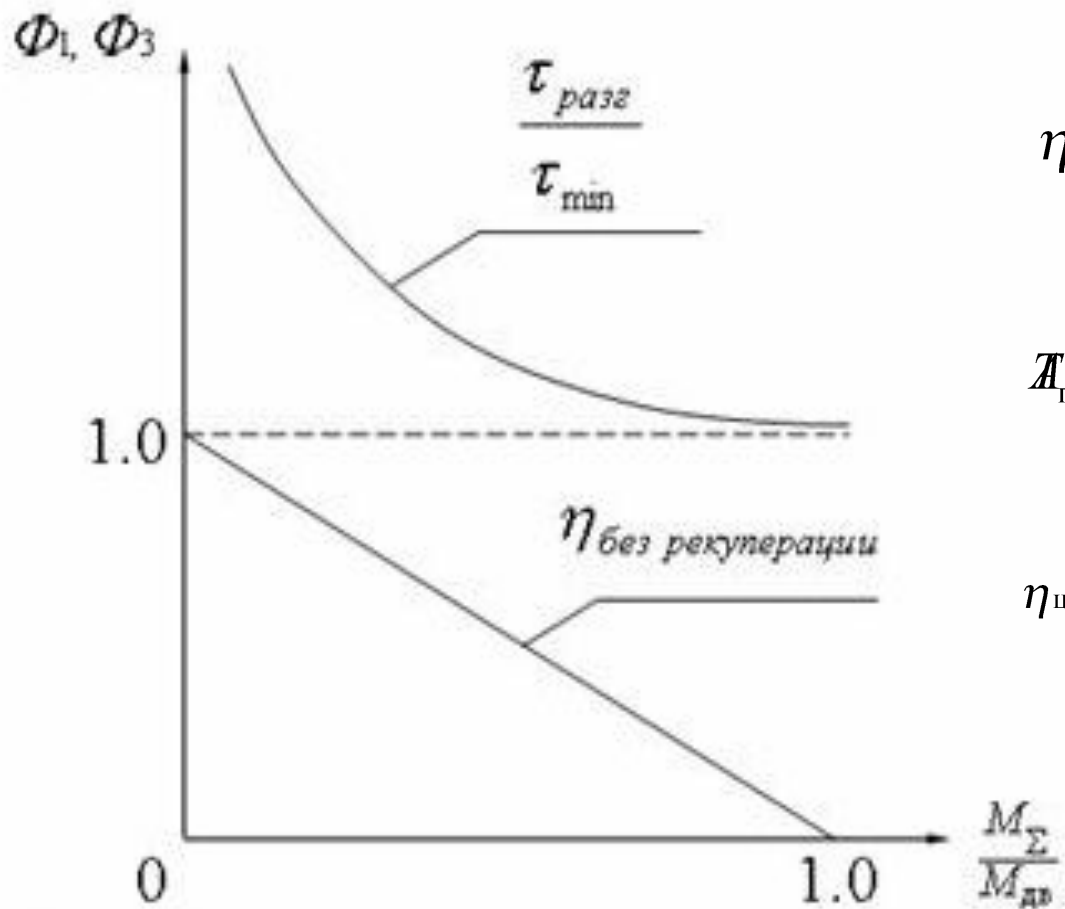


$$M_{\Sigma \text{ разг}} \varphi_{\text{разг}} = M_{\Sigma \text{ торм}} \varphi_{\text{торм}}$$

$$T_{max} = \frac{J_{\Sigma} \omega_{max}^2}{2} = M_{\Sigma \text{ разг}} \varphi_{\text{разг}}$$

$$\tau_{\text{цикл}} = \tau_{\text{разг}} + \tau_{\text{торм}}$$

$$\tau_{\text{разг}} = \tau_{min} \frac{M_{дв}}{M_{\Sigma \text{ разг}}}$$



$$\eta_{\text{цикл}} = \frac{(A_{\text{дв}})_{\text{разг}} - |A_{\text{потерь}}|_{\text{цикл}}}{(A_{\text{дв}})_{\text{разг}}}$$

$$\mathcal{A}_{\text{потерь}} = \Delta M_{\text{max}} = \int_0^{\varphi_{\text{разг}}} M_{\Sigma} d\varphi = M_{\Sigma} \cdot \varphi_{\text{разг}}$$

$$\eta_{\text{цикл}} = \frac{(\int M_{\text{дв}} d\varphi - \int M_{\Sigma} d\varphi)_{\text{цикл}}}{(\int M_{\text{дв}} d\varphi)_{\text{цикл}}} = 1 - \frac{M_{\Sigma}}{M_{\text{дв}}}$$

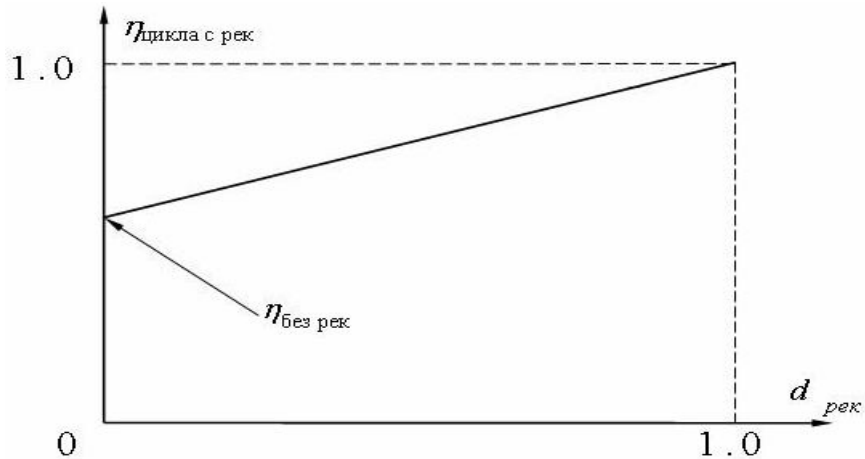
Рекуперация – преобразование и накопление энергии аккумулярующим устройством в процессе торможения, использование ее в период разгона и на другие полезные цели.

$$\eta_{\text{цикл с рек}} = \frac{(A_{\text{дв}} - A_{\text{потерь}} + A_{\text{рек}})_{\text{цикл}}}{(A_{\text{дв}})_{\text{цикл}}} = 1 - d_{\text{потерь}} + d_{\text{рек}} = A_{\text{цикл без рек}} + d_{\text{рек}}$$

Коэффициент рекуперации характеризует качество процесса рекуперации

$$k_{\text{рек}} = \frac{A_{\text{акк}}}{T_{\text{max}}}$$

T_{max} – максимальное значение кинетической энергии в начале торможения



Рекуперация энергии позволяет резко увеличить цикловой КПД машины практически без снижения ее динамических качеств в зависимости от доли рекуперированной при торможении энергии.

Другие пути повышения экономичности машин:

- изменение потенциальной мощности при деформации упругих уравнивающих устройств, реализуемой в работу внутри цикла (это снижает номинальную мощность установленного двигателя);
- работы машины в режиме выбега при отключении двигателя
- изменение «момента переключения» в цикле разгон-торможение

1. Основы проектирования машин по динамическим критериям и показателям экономичности. Под редакцией И.В. Леонова. Издательство МГТУ им. Баумана 2007 г.
2. Детали машин. Под редакцией О.А. Ряховского. Издательство МГТУ им. Баумана 2004 г.