

Как показывает анализ конструкций тормозных систем трамвайных вагонов, возникают проблемы обеспечения совместной работы электродинамического и механического тормоза при торможении вагона до полной остановки. Необходимо менять как алгоритм работы системы управления, так и конструкцию тормозного электромагнита (соленоида). Ведь соленоид имеет только три режима работы: отторжено, заторможено $\frac{1}{2}$ усилием и заторможено с полным усилием. Режим определяется управляющим напряжением, подаваемым на обмотку соленоида: 24 В, 7 В и 0 В соответственно. Как одно из решений, можно применить плавное, а не дискретное изменение напряжения на обмотке тормозного соленоида. Это можно реализовать путем создания электронного блока управления, который будет при помощи управляемого полупроводникового ключа изменять среднее напряжение на обмотке соленоида. Так, при снижении скорости трамвайного вагона электродинамическим тормозом ниже 8–10 км/ч, можно параллельно подключать тормозные соленоиды на пониженное напряжение, а затем постепенно снижать его таким образом, чтобы в момент отключения электрического тормоза, тормозное усилие создаваемое соленоидом и двигателем, были равны. С этого момента электрический тормоз выключается и торможение осуществляется механическим тормозом. Таким образом, нельзя исключать возможность использования предложенного метода торможения и целесообразно провести дополнительные испытания в условиях эксплуатации.

УДК 629.114.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Зизюк Владимир Васильевич

*Научные руководители – к.т.н. ЧИ. Жданович, В.П.Плищ
(Белорусский национальный технический университет)*

В статье проведено сравнение двух методик построения характеристик дизельного двигателя.

Наиболее полные сведения о параметрах двигателя дает внешняя скоростная характеристика, представляющая зависимость эффективного

момента и мощности от частоты вращения коленчатого вала двигателя при установившемся режиме и максимальной подаче топлива.

При расчетах часто используют эмпирическую зависимость крутящего момента M_e от частоты вращения n коленчатого вала [1]

$$M_e = M_{eH} \left(a + b \frac{n}{n_H} + c \left(\frac{n}{n_H} \right)^2 \right), \quad (1)$$

где $a = \frac{k_M k_\omega (2 - k_\omega) - 1}{k_\omega (2 - k_\omega) - 1}$, $b = \frac{1 - a}{1 - 0.5 k_\omega}$, $c = k_\omega \frac{b}{2}$ – коэффициенты,

подбираемые по графику внешней скоростной характеристики;

$k_M = \frac{M_{e\max}}{M_{eH}}$ – коэффициент приспособляемости по моменту;

$k_\omega = \frac{n_H}{n_M}$ – коэффициент приспособляемости по частоте; M_{eH} – но-

минальный момент двигателя; n_H – номинальные обороты двигателя.

Для удобства преобразуем функцию (1) в зависимость частоты вращения от момента и будем ее использовать для описания корректорной ветви характеристики

$$n = \frac{\left(\frac{M_{eH}}{n_H} + \sqrt{D} \right) n_H}{2 M_{eH} c}, \quad (2)$$

где $D = \left(\frac{M_{eH} b}{n_H} \right)^2 - 4 \frac{M_{eH} c}{n_H} (M_{eH} a - M_e)$ – дискриминант уравнения (1).

Для построения корректорной ветви характеристики в работе [2] предложена следующая формула

$$n = n_n (\alpha + (1 - \alpha) \sqrt{\frac{M_{e\max} - M_e}{M_{e\max} - M_{en}}}), \quad (3)$$

где $\alpha = \frac{n_M}{n_H}$ - степень снижения частоты вращения коленчатого вала.

Регуляторная ветвь характеристики строится по формуле [2].

$$n = n_{\max} - (n_{\max} - n_H) \frac{M_e}{M_{eH}}, \quad (4)$$

где n_{\max} - максимальные обороты двигателя.

На регуляторные характеристики, кроме частоты вращения и момента, также наносятся мощность, часовой и удельный расход топлива, которые для обеих методик определяются по следующим зависимостям [2]:

$$Pe = \frac{M_e n}{9550}, \quad (5)$$

$$G_T = G_{TX} + (G_{TH} - G_{TX}) \frac{M_e n}{M_{eH} n_H}, \quad (6)$$

$$G_T = G_{TH} \left(\frac{\gamma - \alpha^2}{1 - \alpha} \left(1 - \frac{n}{n_H} \right) + \left(\frac{n}{n_H} \right)^2 \right) \frac{M_e n}{M_{eH} n_H}, \quad (7)$$

$$g_e = \frac{1000 G_T}{P_e}. \quad (8)$$

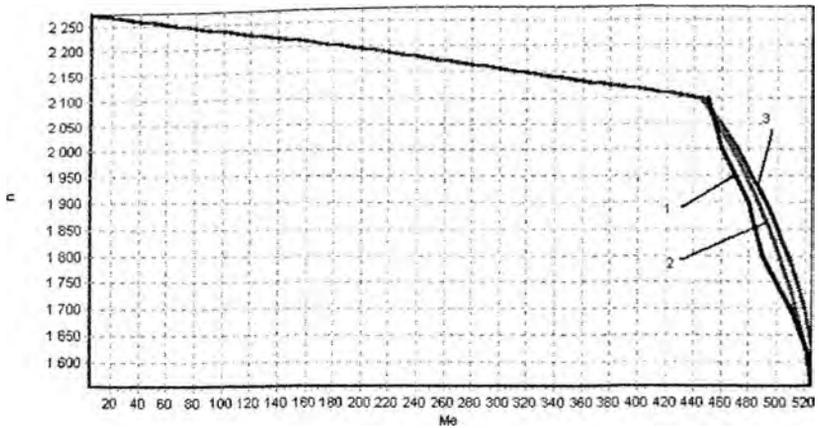


Рис. 1. Зависимость частоты вращения коленчатого вала от момента:
 1 – экспериментальная; 2 – по формуле (2); 3 – по формуле (3)

Таким образом, обе методики построения характеристик двигателя адекватны экспериментально полученной характеристике.

Л и т е р а т у р а

1. Тракторы. Дипломное проектирование /А.Ф. Андреев, Ю.Е. Атаманов, В.В. Будько и др. – Мн.: Выш.шк., 1985. – 158 с.
2. Гришкевич, А.И. Автомобили. Теория – Мн.: Выш. шк., 1986. – с. 29 - 30.