

## ОЦЕНКА РАСХОДА ТОПЛИВА ИЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЧЕРЕЗ МЕХАНИЧЕСКУЮ РАБОТУ ЛОКОМОТИВА

Розглядається зв'язок механічної роботи локомотива з витратами палива або електроенергії.

Рассматривается связь механической работы локомотива с расходом топлива или электроэнергии.

The relation of locomotive mechanical work with the consumption of fuel or electric power is considered.

Для экономической оценки тех или иных проектных решений необходимо определять эксплуатационные расходы на тягу поездов. Необходимые для расчетов показатели определяются путем выполнения тяговых расчетов. При определении расхода топлива или электроэнергии возникают некоторые сложности, вызванные необходимостью ввода в компьютер топливных и токовых характеристик и выработки алгоритма определения силы тока или расхода топлива при ограниченной силе тяги.

В то же время имеются рекомендации [1] по определению расхода топлива  $G$  (кг) или электроэнергии  $A$  (кВт·ч) через механическую работу локомотива  $R_M$  (т·км):

$$G = 0,8...0,85 \cdot R_M ;$$

$$A = 3,2 \cdot R_M - \text{для постоянного тока и}$$

$$A = 3,3 \cdot R_M - \text{для переменного тока.}$$

Такие зависимости вытекают из следующего. Как известно [2], механическая работа определяется через касательную силу тяги и пройденный путь:

$$R_M = \int F_k dS = \sum F_k \cdot \Delta S .$$

Записав пройденный путь через скорость  $V$  и время  $\Delta t$ , получим:

$$R_M = \sum F_k \cdot V \cdot \Delta t .$$

Расход топлива определяется через единственный расход  $g$  и время:

$$G = \int g dt = \sum g \cdot \Delta t .$$

Аналогично расход электроэнергии можно определить через напряжение  $U$ , ток  $I$  и время

$$A = \int U \cdot I \cdot dt = \sum U \cdot I \cdot \Delta t .$$

Таким образом, для определения коэффициентов перехода от механической работы к расходу топлива или расходу электроэнергии не-

обходимо проанализировать соотношение между  $g$  или  $UI$  и  $F_k V$ .

Для ряда локомотивов был выполнен такой анализ. Значения коэффициентов перехода от механической работы к расходу топлива или электроэнергии в зависимости от скорости и аппроксимирующие зависимости представлены на рис. 1 – 9.

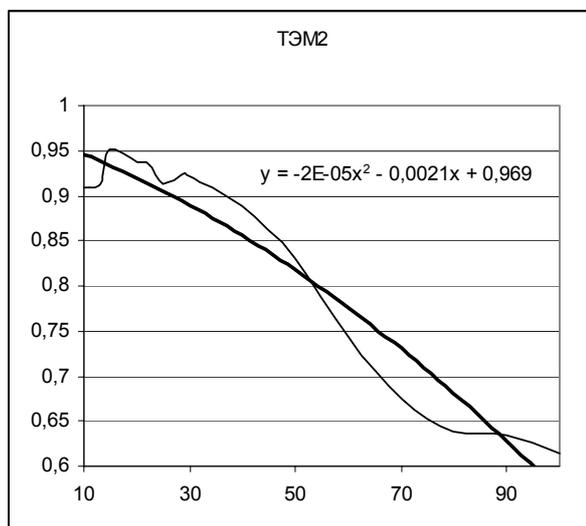


Рис. 1

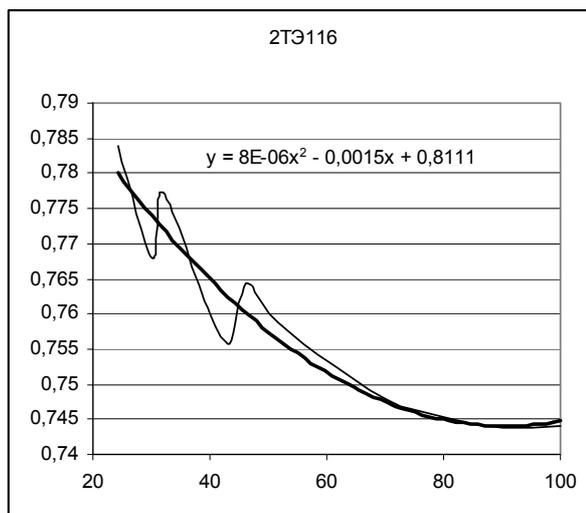


Рис. 2

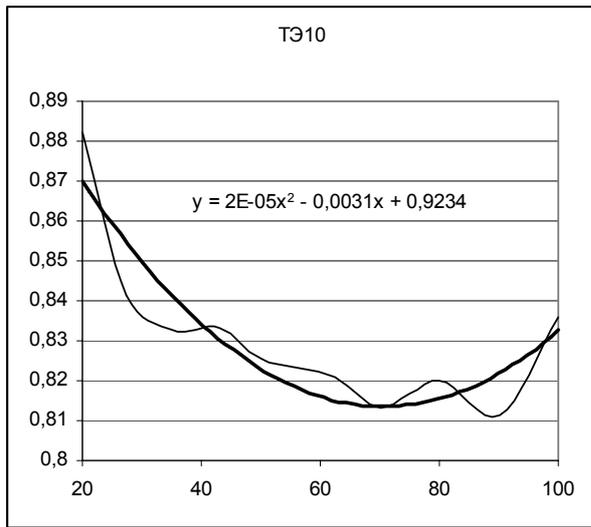


Рис. 3

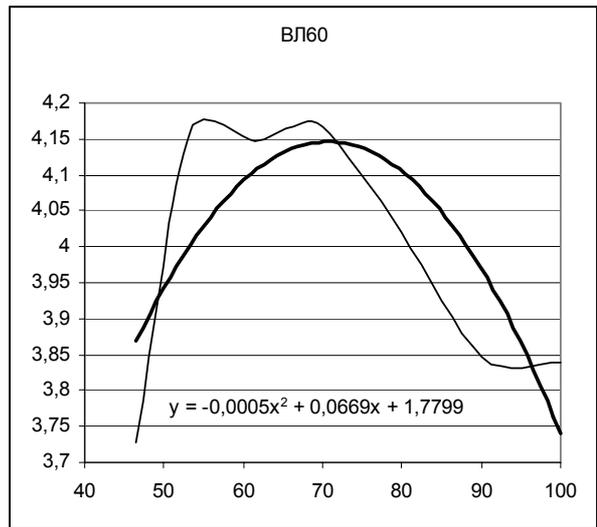


Рис. 6

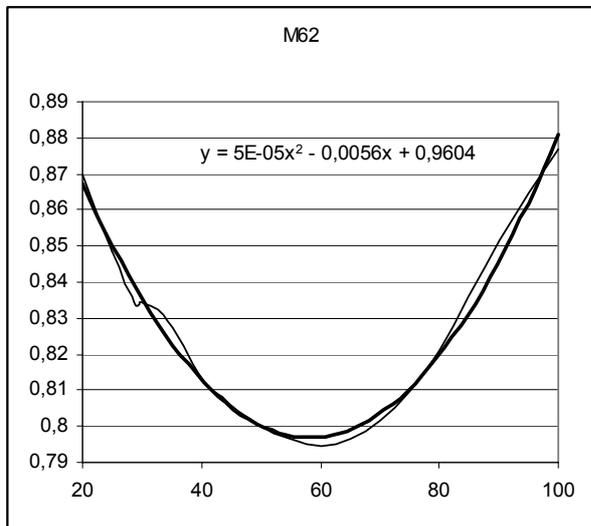


Рис. 4

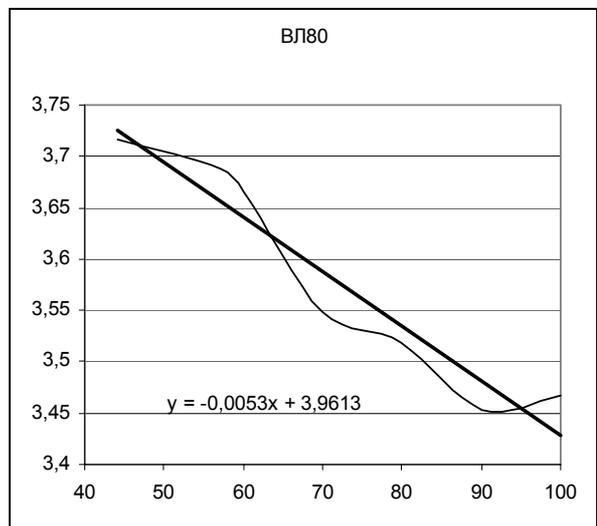


Рис. 7

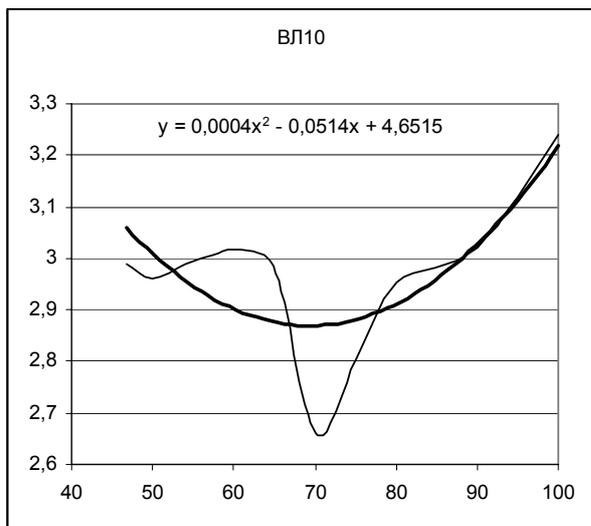


Рис. 5

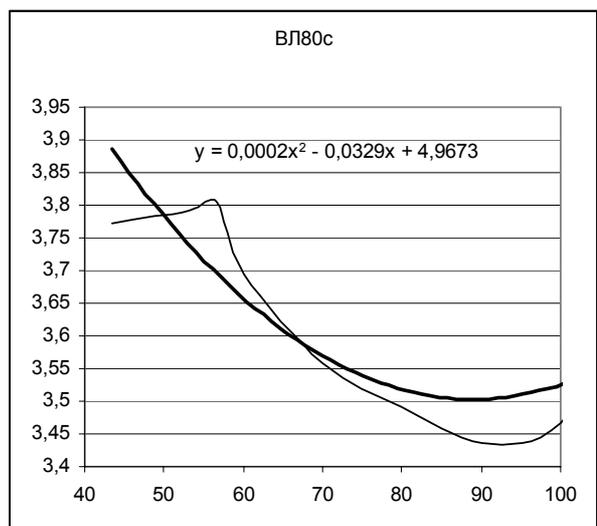


Рис. 8

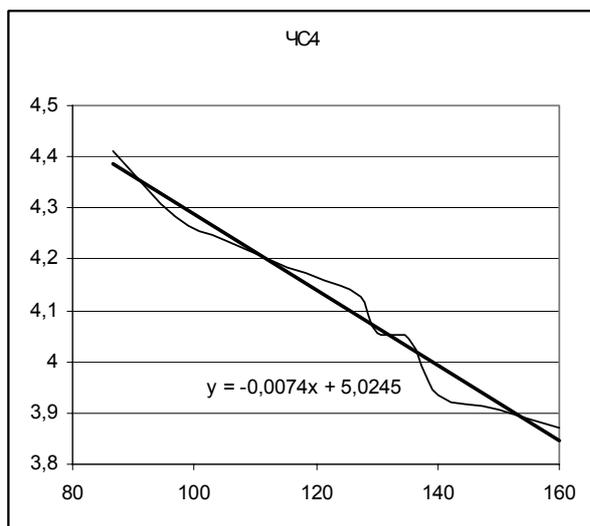


Рис. 9

Как видно из приведенных рисунков, рекомендации [1] далеко не всегда могут давать достаточно точные результаты.

Для каждого локомотива были определены средние значения коэффициента перехода и погрешность при использовании такого значения или рекомендованного [1]. Соответствующие данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Локомотив	Средний коэффициент перехода	Максимальная ошибка, %	
		при среднем коэффициенте	при коэффициенте из [1]
ТЭМ2	0,84	26	26
2ТЭ116	0,76	3	10
ТЭ10	0,83	6	7
М62	0,83	6	7
ВЛ10	2,97	10	17
ВЛ60	4,01	7	26
ВЛ80	3,58	4	13
ВЛ80с	3,63	5	15
ЧС4	4,11	7	34

Выполненные расчеты показали, что использование в экономических расчетах взаимо-

связи между механической работой и расходом топлива или электроэнергии вполне допустимо.

В то же время применение коэффициентов, рекомендованных в [1], будет приводить к существенным ошибкам.

Для приближенных расчетов рекомендуется применять взамен [1] коэффициенты, приведенные в табл. 1.

При реализации расчета расхода топлива или электроэнергии в компьютерных реализациях наиболее эффективно использовать аппроксимирующие зависимости, которые приведены на рис. 1 – 9.

При отсутствии таких данных для современных локомотивов можно применять следующие зависимости:

$k = 0,00002V^2 - 0,003V + 0,92$  – для тепловозов;

$k = 0,0004V^2 - 0,051V + 4,65$  – для электровозов постоянного тока;

$k = 0,0002V^2 - 0,033V + 4,97$  – для электровозов переменного тока.

При пошаговом выполнении тягового расчета на каждом шаге при включенной тяге определяется средняя скорость на шаге. По средней скорости рассчитывается значение коэффициента перехода, а по изменению механической работы определяется прирост расхода топлива или электроэнергии.

В результате такие расчеты можно выполнять даже при отсутствии тяговых или топливных характеристик с достаточной точностью.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кантор, И. И. Изыскания и проектирование железных дорог [Текст] / И. И. Кантор. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 288 с.
2. Правила тяговых расчетов для поездной работы [Текст]. – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.

Поступила в редколлегию 03.09.2009.

Принята к печати 18.09.2009.