



АНАЛИЗ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ В ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ

Иван Петров, Иван Лалов
ivanpetrov60@abv.bg, ivlalov@abv.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”
1574 София, ул. „Гео Милев № 158, България*

***Ключови думи:** електротехника, енергия, транспорт, локомотиви*

***Резюме:** Енергийната ефективност представлява съществена част от конкурентно способността на железопътните превозвачи. В доклада са избрани критерии за оценка на енергийната ефективност, получените резултати ще се използват за анализ и избор на методи за постигане на основните цели.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Повишаването на енергийната ефективност на транспорта е присъствала винаги от неговото възникване. Тя е била и решаващият фактор за утвърждаване на железопътния транспорт в световен мащаб, както за превоз на обемисти и тежки товари, така и за превоз на големи потоци от хора. Налагането на железопътния транспорт за превоз на масови товари не е спряло стремежа за намаляване енергийните разходи за извършване на единица работа. Относителният разход на енергия е един от основните показатели, определящи избора при доставката на нов подвижен състав и при модернизацията на съществуващият.

ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

Подобряването на енергийната ефективност обаче зависи не само от използваната техника, но в голяма степен и от закона на нейното управление. В тази статия е акцентирано само върху влиянието на факторите за подобряването на енергийната ефективност в железопътния транспорт. От тази гледна точка влияние върху разхода на енергия оказва разписанието на влаковете и начина им за управление.

При изготвянето на разписанието се търси компромис между два противоположни фактора – скорост на движение и разход на енергия. При нарастване на скоростта, разхода на енергия се повишава с квадрата на разликата от нарастването ѝ, т.е.

$$\Delta E = \frac{1}{2} m (V_2^2 - V_1^2)$$

Така например при нарастването на скоростта от 130 km/h на 160km/h по участъка Септември - Пловдив, разхода на енергия използвана от влаковете, се очаква да се увеличи с 51%. Борбата за привличане на нови пътници чрез намаляване на времепътванията е един от основните лостове за развитие на пътнически железопътни превози, но за товарните това не е основателен аргумент. Тук основно се цели

осигуряването на ритмични потоци, при максимално използване тягата на локомотива. Това не пречи да се търси максимализиране на маршрутната скорост, чрез намаляване броя на междинните спирки и премахване на участъците с ограничение на скоростта. Всяко едно задействане на спирачката на влака е свързано с допълнителен разход на енергия за неговото последващо ускоряване. В тази връзка, за намаляване на експлоатационните разходи за енергия е необходимо постоянно да се повишават изискванията към инфраструктурата за осигуряване на оптимално движение на товарните влакове (без междинни спириания) и поетапното премахване на ограниченията на скоростта в различните участъци.

Вторият фактор за намаляване разхода на енергия за возене на влаковете е начина на управление на локомотива. В отделните публикации се дава различен принос на този субективен фактор – от 5% до 30%. За установяване на този фактор за железопътните превози в България са анализирани разхода на електроенергия по пътните листове на един чифт влак (8626/8627), в които са отразени показанията на монтираните в локомотивите електромери. За да се получат съпоставими данни е избран пътнически влак, който е с постоянен състав, маршрут и разписание, но теглен от различни серии локомотиви и различни машинисти. Разхода на електроенергия по показанията на електромерите (без да се преизчислява с константата на токовете и напреженови трансформатори) е дадена в таблица 1.

ТАБЛИЦА 1

Дата	Влак №	Локомотив №	Изминат път [km]	Маса на влака [t]	Активна електроенергия
1	2	3	4	5	6
2/4/2012	8627	44-118	454	211	149
2/6/2012	8627	44-118	459	208	429
2/7/2012	8627	44-169	448	210	383
2/8/2012	8627	44-179	437	212	313
2/9/2012	8627	44-130	438	211	289
2/11/2012	8626	44-178	437	208	433
2/12/2012	8627	45-177	446	208	398
2/14/2012	8627	44-189	443	212	454
2/15/2012	8627	44-132	453	208	430
2/16/2012	8627	45-171	440	211	382
2/17/2012	8627	44-197	443	212	478
2/18/2012	8627	44-151	463	208	402
2/18/2012	8627	44-113	457	208	457
2/20/2012	8627	44-151	463	212	412
2/21/2012	8627	44-126	465	208	435
2/22/2012	8627	44-151	459	208	407
2/23/2012	8627	45-205	449	212	376

2/24/2012	8627	46-208	440	204	123
2/28/2012	8627	44-036	453	207	347
1	2	3	4	5	6
2/29/2012	8627	44-121	443	208	433
2/2/2012	8626	44-118	455	208	505
2/3/2012	8626	44-070	440	204	185
2/4/2012	8626	44-198	444	209	488
2/6/2012	8626	44-107	442	163	490
2/8/2012	8626	44-118	454	208	521
2/9/2012	8626	44-121	444	208	69
2/10/2012	8626	44-179	440	187	626
2/11/2012	8626	45-196	466	208	555
2/13/2012	8626	44-111	465	212	500
2/14/2012	8626	45-149	440	167	164
2/16/2012	8626	44-123	455	212	522
2/17/2012	8626	45-171	441	208	1025
2/18/2012	8626	44-197	440	211	462
2/19/2012	8626	44-051	463	212	452
2/20/2012	8626	44-179	437	164	442
2/21/2012	8626	44-151	464	208	449

Анализа на данните показва, че разхода на енергия варира в много широки граници и отношението на максималната измерена стойност спрямо минималната е 4,26 за влак 8627 и 8,41 за влак 8626 – стойности не срещани в нито една публикация! Тъй като изследванията са проведени през месец февруари 2012 г., върху резултатите определено влияние е оказала температурата на околната среда, но въпреки това разликите са значителни.

В момента основно се следи машиниста да изпълнява разписанието и да не превишава допустимите участъкови скорости, без да се обръща внимание на изразходваната енергия. Данните от посочената по-горе таблица показват, че има огромен резерв за намаляване на експлоатационните разходи. Тяхното реализиране изисква минимални инвестиции и значителна организационна работа за обучение на персонала.

Необходимо е поставянето на измервателни устройства за отчитане на енергията на влаковете и маневрени дизелови и електрически локомотиви. В известно количество машини това е направено (монтираните измервателни системи на дизеловите локомотиви с GPS).

На 85 броя дизелови локомотиви, собственост на „БДЖ - Товарни превози“ ЕООД се предлага монтирането на измервателни системи, на базата на GPS устройство, които ще контролират:

- местоположението на локомотива;
- нивото на горивото в резервоара;
- оборотите на двигателя;
- консумацията на гориво от двигателя.

Модернизацията на GPS измервателната система ще позволи:

- Реалния отчет на консумацията на двигателя;

➤ Директното генериране на електронен пътен лист, което ще промени вътрешните нормативни документи, определящи начина на планиране и отчет на разхода на дизелово гориво на локомотивите за влакова и маневрена дейност;

➤ Премахване на субективния фактор при нормиране и отчитане разхода на гориво за извършената от локомотива работа.

В следствие на прецизиране на отчитането на разхода на гориво се очаква да се намали разхода на дизелово гориво за товарни превози с 10% или около 930 000 литра годишно.

Като се има предвид, че очакваният икономически ефект от внедряване на тези устройства ще позволи икономия на 10% годишно от количеството изразходвано дизелово гориво за трафични нужди то спестените средства възлизат на 1 732 563 лева (*при средна цена на дизеловото гориво по план 1,9 лева/литър без ДДС*).

Допълнителни във финансово-икономическо отношение ефекти са:

➤ Повишаване достоверността на отчетите за дизелово гориво за експлоатационна и маневрена работа;

➤ Правилно и точно въвеждане на данните (отстраняване на субективния фактор);

➤ Намаляване на разходите за дизелово гориво в себестойността на превозите;

➤ Свеждане до нула на кражбите, т.е. драстично намаляване на непроизводителните разходи.

При изчисляване на енергийната ефективност за електрическа тяга са използвани сравнителни данни за м. Февруари 2012 г.

ТАБЛИЦА 2

	ПОКАЗАТЕЛИ	Мярка	Със собствени електромери	Отчет м. Февруари	Ефект
1	Обем работа				
	а) електрическа тяга	млн бр.ткм	257	257,0	0
	от локомотиви	млн бр.ткм	257	257	0
2	Разходна норма				0
	електрическа тяга	втч/брткм	24,50	33,7	138%
3	Количество ел. енергия	хил.квтч			0
	електрическа тяга	хил.квтч	6297	8661	2 364
4	Цена на ел. енергия	ст/1квтч	11,3	11,3	0
5	Разходи за ел. енергия	лв			
	електрическа тяга	лв	711505	978682	267 177

Ефектът от използване на технически средства за измерване на електроенергията за тягови нужди е :

- Намаляване на разходите за електроенергия на „БДЖ – Товарни превози” ЕООД с 7,7% или в годишен размер 1 019 576 лева;
- Точно отчитане на разходите на дружеството и преустановяване изтичането на средства в полза на други превозвачи.

Съществено е организирането на обучение на машинистите за ефективно возене на влаковете. Много от направените изследвания върху разхода на енергия при

различни модели на движение на влака са еднородни в следното – използването на спирачката за регулиране на скоростта е най-неефективното действие и машиниста трябва да се стреми локомотива да работи с максимален коефициент на полезно действие, както и да използва натрупаната кинетична енергия. За тази цел следва да се използват методите за икономично возене на влаковете, които могат да се усвоят с помощта на преподаватели от висши учебни заведения. Практическата им реализация трябва да се реализира посредством локомотивни симулатори, на които да се избират различни вариантни модели. Това представлява евтино и многовариантно решение в сравнение с експлоатационни в реални условия решения.

Всичко това трябва да е съпроводено с въвеждането на икономически модел за обвързване на заплащането на машинистите с постигнатите енергийни показатели в работата им през месеца.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За подобряване на енергийната ефективност на железопътния транспорт могат да се направят следните изводи:

- въвеждане на GPS измервателната система на дизелови локомотиви;
- въвеждане на четири квадрантен статичен електромер с възможност за дистанционно отчитане на изразходваната енергия на електрическите локомотиви;
- изготвяне и въвеждането на икономически модел за обвързване на заплащането на машинистите;
- изготвяне на методика за обучение на локомотивните машинисти с локомотивен симулатор.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Българанов Л. Електрически транспорт, София, 2009.

[2] Ненов Н., Движение на влаковете и оптимални режими на управление. София, 2012.