

LAI NGOC DUONG

MOŻLIWOŚĆ OBNIŻENIA ZUŻYCIA PALIWA W PROCESIE EKSPLOATACJI LOKOMOTYW SPALINOWYCH NA LINIACH KOLEJOWYCH WIETNAMSKICH

Streszczenie. Przedstawiony sposób wyboru zasad sterowania lokomotyw spalinowych na danej trasie ma na celu ustalenie możliwości obniżenia zużycia paliwa lokomotyw spalinowych w eksploatacji. Może to służyć do racjonalnego doboru lokomotyw spalinowych w celu uzyskania najlepszej efektywności eksploatacyjnej, jak również do udoskonaleń konstrukcyjnych lokomotyw.

POSSIBILITY OF FUEL DECREASE CONSUMPTION OF THE VIETNAM RAILWAY OPERATIONAL DIESEL LOCOMOTIVES

Summary. We presented a practical concept of decrease the fuel consumption in diesel locomotives power control system according to unitary fuel consumption depends on sensible time-table. This principle of power control can be also useful for locomotives system design improvement.

1. WSTĘP

W ostatnim okresie w specjalistycznej literaturze technicznej pojawiło się szereg publikacji z zakresu energooszczędnych sposobów prowadzenia pociągów. Głównym zadaniem tych sposobów jest przeprowadzenie określonych pociągów na określonej trasie i w zadanym czasie przy minimalnym zużyciu oleju napędowego. W tej pracy przedstawiono metodę racjonalnego rozkładu czasu pracy lokomotyw na poszczególnych pozycjach nastawnika jazdy.

2. WYBÓR RACJONALNEGO ROZKŁADU CZASU PRACY LOKOMOTYW ZA POMOCĄ CHARAKTERYSTYKI JEDNOSTKOWEGO ZUŻYCIA PALIWA SILNIKA SPALINOWEGO

Podstawowym wskaźnikiem optymalnej pracy silnika spalinowego jest jednostkowe zużycie paliwa g_e , które jest miarodajne jedynie wówczas, gdy silnik pracuje z mocą zbliżoną do mocy znamionowej N_z . W tych przypadkach jednostkowe zużycie paliwa g_e jest zbliżone do

eksploatacyjnego zużycia paliwa. W praktyce eksploatacyjnej jednak występuje największe prawdopodobieństwo pracy silnika spalinowego z mocą odbiegającą od mocy znamionowej.

Mając powyższe na uwadze, należy wybrać najmniejsze jednostkowe zużycie paliwa dla określonego rozkładu obciążenia m. W tym celu należy znaleźć racjonalny rozkład czasu pracy lokomotywy na różnych nastawnikach jazdy. W związku z tym funkcja celu ma postać: [1], [3], [4]

$$U = \sum N_u g_u h_u k_u \rightarrow \text{minimum}(1), \quad (1)$$

gdzie: N_u - moc silnika spalinowego na u -tej pozycji nastawnika jazdy;

g_u - jednostkowe zużycie paliwa dla u -tej pozycji nastawnika jazdy;

h_u - [%] czasu pracy lokomotywy na u -tej pozycji nastawnika jazdy;

k_u - współczynnik przyrostu obciążenia lokomotywy u -tej pozycji nastawnika jazdy.

3. BADANIE RACJONALNEGO ROZKŁADU CZASU PRACY LOKOMOTYWY D9E I D13E NA ODCINKU SAIGON - NHA TRANG - DIEU TRI

Z charakterystyk technicznych lokomotyw D9E i D13E można określić wartości: N_u, g_u, k_u . W celu otrzymania wartości h_u [%] trzeba dzielić pociągi na grupy mające różny rozkład czasu pracy lokomotyw. Udział czasu pracy lokomotyw D9E i D13E przedstawiono w tablicy 1.

Współczynnik przyrostu obciążenia lokomotyw ma postać:

$$k_u = \frac{N_{e_{\max}} - N_u}{N_{e_{\max}}} [\%]. \quad (2)$$

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń, których wyniki zamieszczono w tablicy 2, można wybrać racjonalny rozkład czasu pracy na każdej pozycji nastawnika jazdy dla lokomotyw D9E i D13E eksploatowanych na odcinku SAIGON - NHA TRANG - DIEU TRI.

4. PORÓWNANIE EFEKTYWNOŚCI EKONOMICZNEJ PRZY WYBORZE RACJONALNEGO CZASU PRACY LOKOMOTYW D9E I D13E [2] [4]

W celu porównania efektywności ekonomicznej można wykorzystać wskaźnik jednostkowego zużycia paliwa odniesiony do $[10^4 \text{ t} \cdot \text{km}]$. Jednostkowe zużycia paliwa, odniesione do $[10^4 \text{ t} \cdot \text{km}]$, uzyskane z badań eksploatacyjnych zestawiono w tablicy 3.

Współczynnik obniżenia wskaźnika zużycia paliwa ma postać:

$$k_{b_{\max}} = \frac{b_{\max} - b_{\text{op}}}{b_{\max}} [\%], \quad (3)$$

$$k_{b_{\min}} = \frac{b_{\min} - b_{\text{op}}}{b_{\min}} [\%]. \quad (4)$$

Wyniki obliczeń tych współczynników uzyskane na podstawie wzorów (3) i (4) zebrano w tablicy 4.

Tablica 1

Parametry dotyczące wartości funkcji celu (1)

Loko- motywa	Grupy pociągów	Parametry	Pozycja nastawnika jazdy								
			N	1	2	3	4	5	6	7	8
D9E		g_{ui} [g/kW.h]	151	264	246	227	223	219	216	218	219
		N_{ui} [kW]	66	68	72	183	293	379	476	605	662
	KA1	h_1 [%]	34,3	1,1	2,4	2,4	5,8	34,2	11,6	8,2	-
	KA2	h_2 [%]	37,3	1,1	1,1	2,3	5,7	31,7	10,2	6,8	3,8
	KA3	h_3 [%]	38,5	1,1	1,4	2,0	5,2	30,3	10,2	6,8	4,5
		ΔN_{ui} [kW]	596	594	590	479	369	283	186	75	0
		k_{ui}	0,90	0,89	0,89	0,72	0,56	0,43	0,28	0,09	0
		g_{ui} [g/kW.h]	151	264	246	227	223	219	216	218	219
		N_{ui} [kW]	66	68	72	183	293	379	476	605	662
	KB1	h_1 [%]	35,8	0,6	1	2	6,3	34,4	10,4	9,5	-
	KB2	h_2 [%]	33,5	0,4	1	2	6,2	38,4	12,4	6,1	-
	KB3	h_3 [%]	48,0	0,5	0,5	0,5	2,4	33,6	12,0	2,5	-
		ΔN_{ui} [kW]	596	594	590	479	369	283	186	75	0
		k_{ui}	0,90	0,89	0,89	0,72	0,56	0,43	0,28	0,09	0
D13E		g_{ui} [g/kW.h]	256	256	251	247	242	239	236	231	233
		N_{ui} [kW]	40	47	110	195	285	384	515	697	889
	HA1	h_1 [%]	44,0	2,5	2,5	5,1	5,1	8,1	22,1	7,2	3,4
	HA2	h_2 [%]	45,6	2,9	2,5	5,1	6,6	6,6	20,0	6,6	4,1
	HA3	h_3 [%]	47,0	2,5	2,6	4,2	4,2	6,7	24,4	5,9	2,5
	HA4	h_4 [%]	46,5	1,7	1,7	3,1	5,0	8,3	24,9	7,6	1,2
	HA5	h_5 [%]	47,9	1,6	1,6	4,0	8,0	8,0	24,0	8,0	-
		ΔN_{ui} [kW]	849	842	77,9	694	604	5,5	374	192	0
		k_{ui} [%]	95,5	94,7	87,6	78,1	67,9	56,8	42,1	21,6	0
		g_{ui} [g/kW.h]	256	256	251	247	242	239	236	231	233
		N_{ui} [kW]	40	47	110	195	285	384	515	697	889
	HB1	h_1 [%]	44,4	2,5	2,5	5,0	5,0	8,0	22,0	7,0	3,4
	HB2	h_2 [%]	43,3	1,6	1,6	4,1	4,8	8,0	22,6	13,0	-
	HB3	h_3 [%]	45,3	1,6	1,6	3,6	3,6	8,2	24,0	12,2	-
HB4	h_4 [%]	46,4	1,2	1,6	3,2	3,2	12,8	24,0	7,6	-	
HB5	h_5 [%]	45,6	1,6	1,6	2,4	2,4	16,0	24,0	6,4	-	
	ΔN_{ui} [kW]	849	842	77,9	694	604	5,5	374	192	0	
	k_{ui}	95,5	94,7	87,6	78,1	67,9	56,8	42,1	21,6	0	

Tablica 2

Wyniki otrzymane ze wzoru (1) dotyczące wyboru racjonalnego rozkładu czasu pracy lokomotyw D9E i D13E

Odcinek	Grupy pociągów					min U
Nha Trang-Sai Gon	KA1	KA2	KA3			KA3
	23569	22063	21421			
Sai Gon-Nha Trang	KB1	KB2	KB3			KB3
	23350	24742	21804			
odcinek	grupy pociągów					min U
Sai Gon-Dieu Tri	HA1	HA2	HA3	HA4	HA5	HA2
	24633	23541	24157	25340	26577	
Dieu Tri-Sai Gon	HB1	HB2	HB3	HB4	HB5	HB1
	24489	25955	25827	26235	26736	

Tablica 3

Jednostkowe zużycie paliwa na $[10^4 \text{ t} \cdot \text{km}]$ dotyczące grup pociągów z lokomotywami D9E i D13E na trasie Sai Gon- Nha Trang-Dieu Tri

Grupy pociągów	Odcinek	V_{cp} [km/h]	B_{cp} [kg]	A_{vT} [t.km]	b [kg/ $10^4 \text{ t} \cdot \text{km}$]
HA1	SG-DT	32,1	1190,00	335692	35,4
HA2	SG-DT	31,8	1109,25	335692	34,1
HA3	SG-DT	31,4	1177,27	338216	34,8
HA4	SG-DT	30,8	1215,50	339478	35,8
HA5	SG-DT	31,4	1160,25	318655	36,4
HB1	DT-SG	31,8	1062,50	296570	35,8
HB2	DT-SG	30,5	1215,50	326227	37,3
HB3	DT-SG	30,3	1173,00	312976	37,5
HB4	DT-SG	30,8	1258,00	324965	38,7
HB5	DT-SG	30,5	12,87,75	324965	39,6

Tablica 4

Wyniki obliczeń

Lp.	Lokomotywa	Grupy pociągów	Rzeczywiste zużycie eksploatacyjne [kg/10 ⁴ t · km]		Optymalne zużycie paliwa [kg/10 ⁴ t · km]	Współczynnik obniżenia zużycia paliwa [%]	
			max	min		max	min
1	D9E	KA1	47,79	-	42,52	11,02	2,20
2		KA2	-	43,50			
3		KB1	46,68	-	41,50	11,09	3,50
4		KB2	-	43,03			
5	D13E	HA4	36,4	-	34,10	6,30	2,00
6		HA5	-	34,8			
7		HB2	39,6	-	35,80	9,50	4,00
8		HB5	-	37,3			

4. WNIOSKI KOŃCOWE

Z przeprowadzonych rozważań można wyciągnąć następujące wnioski:

- przedstawioną metodę można nazwać metodą wybranych czasów pracy lokomotywy. pozwala ona ocenić efektywność eksploatacyjną lokomotywy według kryterium najmniejszego zużycia paliwa;
- umożliwia ona budowanie racjonalnego rozkładu czasu pracy lokomotywy dla każdej pozycji nastawnika jazdy;
- metoda ta wykazuje szereg istotnych zalet, między innymi pozwala uniknąć zmu-
dych i kosztownych badań eksploatacyjnych.

LITERATURA

1. Gronowicz J., Lai Ngoc Duong: Obniżenie zużycia paliwa w procesie eksploatacji lokomotyw spalinowych. WPP, Poznań 1990.
2. Lai Ngoc Duong: Metoda oceny efektywności eksploatacyjnej pojazdów szynowych. Technika Transportu Szynowego 1994, nr 10.
3. Gronowicz J.: Studium nad estymatami energetycznymi lokomotywy spalinowej z przekładnią elektryczną. WPP, Poznań 1982.
4. Lai Ngoc Duong: Badanie racjonalnego reżimu pracy lokomotywy spalinowej eksploatowanej na liniach wietnamskich. Państwowy Problem Badawczy B97-35-36, Hanoi 1998.

Abstract

The decrease of fuel consumption in diesel locomotives is an actual problem. This problem can be solved during exploitation investigations or mathematical modelling. Exploitation investigations are long-lasting and expensive so mathematical modelling is preferred. There are number of concepts of fuel consumption simulation. The method presented in this paper is based on determining time of work on each position of movement controller. Basic parameter in this concept is unitary fuel consumption. With the aid of presented method an exploitation efficiency of locomotives has been assessed. Presented concept of fuel consumption simulation can be also useful for locomotives system design improvement.