

Разработване на методика за обучение по енергийна ефективност на подемно-транспортни машини

Огнян Диолов

Development of a training procedure on energy efficiency of material handling machines: An integral training procedure on energy efficiency of material handling machines is developed. The procedure block diagram is presented and its main stages are determined. The technique is provided with a particular complete laboratory outfit. The working capacity and the practical applicability of the development are proved by its application for a characteristic belt conveyor. Results are presented.

Key words: Training Procedure, Energy-Efficiency Methodology, Material Handling Machines.

ВЪВЕДЕНИЕ

Подемно-транспортните системи намират широко приложение в множество сфери на стопанството, в т.ч. добивната, химическата, хранително-вкусовата промишленост, металургията, машиностроенето, строителството и пр., достигат инсталирана мощност около 500 kW и повече, и при годишно потребление над 3000 MWh подлежат на задължително обследване за енергийна ефективност [6].

С оглед осигуряването на адекватна методична база за обследването на тези потребители са разработени обобщен автоматизиран модел за оценка на енергийната ефективност (ЕЕ) на асинхронни задвижвания [2], методики и системи за оценка на загубите на основния елемент на задвижванията – електрическият двигател [9, 10], частни модели и методики за изследване на ЕЕ на транспортиращи системи за въглища и др. насипни товари [1], автоматизирана компютърна система за оценка на ефективността на електрическите задвижвания [3]. Предложена е обобщена методика за обучение по обследване ЕЕ на асинхронните електрозадвижвания, която определя основните етапи при провеждане на подобни обучения и дава предпоставки за разработване на частни учебни методики и помагала [4].

Обобщеният анализ на литературните източници и разработки, като цяло показва недостатъчното интегриране на методиките в процесите на обучение на студентите и специалистите от практиката, работещи в областта на енергетичните характеристики и показатели на подемно-транспортната техника, както и експертите на сертифицираните фирми по обследване за ЕЕ в България. Това налага обосноваването на интегрална методика за обучение по автоматизирано обследване за ЕЕ на подемно-транспортни машини, каквато е и поставената **цел** на настоящата работа.

БЛЮКОВА СХЕМА НА МЕТОДИКАТА

Методиката е базирана на обобщения модел и автоматизираната система за обследване и оценка на ЕЕ на асинхронни електрозадвижвания [2, 3], и се разкрива чрез блоковата схема от фиг.1

В първия етап обучаваните се запознават с целта на обучението, а именно да се усвои комплексна методика за обследване и оценка на ЕЕ на подемно-транспортна машина, след което проучват устройството, начина на работа на конкретния обект и основните технически данни. Последните се подреждат в моделна таблица от вида на табл.1.

Методиката на измерванията (Етап 3) се състои в следното:

- Предварително се определя производителността на обследваната машината за даден установен режим. Измерва се продължителността на режима, необходима за пренасяне на товар с предварително известна маса. Производителността се пресмята по известните зависимости [7].
- Времето на работа на машината в същия режим се задава от ръководителя на обучението, след което се „засичат“ астрономическото време и датата в началния и

крайния момент от време. Данните се нанасят в моделна таблица от вида на табл.2. В периода на работа се извършват три междинни отчитания на активните мощности на трите фази чрез статични електромери от типа EMPS [8].

По описаната методика се обследват не по-малко от три неоптимални режима.

Методиката за определяне на показателите (Етап 4) се състои в следното:

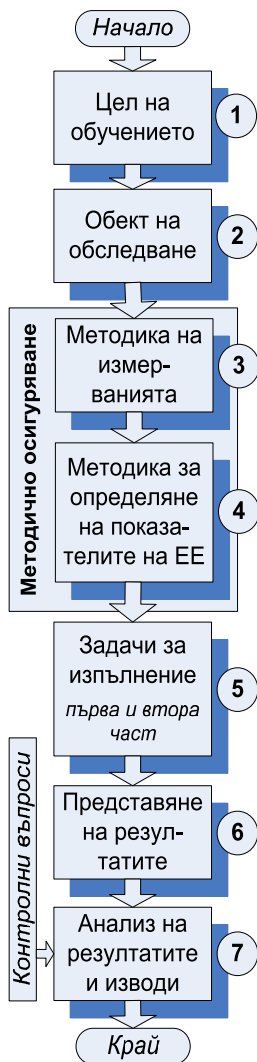
- Стойностите на входните показатели – оптимална активна и реактивна мощност ($A1$ и $A2$) и оптимален фактор на мощността ($A6$), се задават от ръководителя на обучението, след което се нанасят в моделна таблица от вида на табл.3.

- Обучаваните експортират данните за електрически товари, след което те се организират във съответни бази данни [3]. Използват се данните за начало и край на обследваните режими (табл.2).

- Чрез софтуерния продукт “Енергийна ефективност” последователно се създават изходни файлове, които съдържат стойностите на набора от показатели на ЕЕ. Използват се стойностите на входните показатели от табл.2. Получаваните по този начин изходни файлове се запазват в желана папка в персоналния компютър. Резултатите се нанасят в таблица от вида на табл.3.

Задачите за изпълнение се изпълняват в две части. Първата група от задачи “покрива” работата, свързана с определяне на режимните параметри на обекта и се изпълнява на разработена система от транспортъри [7]. Задачите от втората група се извършват на специализиран компютърен стенд с оглед експортиране на данните за товари към персонален компютър, тяхната обработка и определяне на показателите [4].

Методиката завършва с представяне, анализ на резултатите и формулиране на подходящи изводи, за което се задават насочващи въпроси.



Фиг.1. Блок-схема на методика за обучение по обследване за енергийна ефективност на подемно-транспортни машини

РЕЗУЛТАТИ ОТ ПРИЛОЖЕНИЕТО НА МЕТОДИКАТА

Въз основа на методиката е разработен цикъл от лабораторни упражнения, включващ обследване на лентов, греблов, винтов и пневматичен транспортъор, елеватор и подечни механизми на телфер и виличен повдигач. Цикълът е осигурен с реални лабораторни уредби и съответни методични указания [4, 5, 7]. Резултатите от прилагането на методиката за лентов транспортъор са представени на табл.1, табл.2, табл.3 и фиг.2. Липсата на редица показатели е продиктувана от това, че товарът се транспортира между позиции с еднакви геодезични височини. Като се отчетат моделите от [1], консумираната електроенергия при произволен режим на работа на транспортъора се разглежда като изцяло несползвана ($P_6 = 0$, $P_{заг} = P_d$, $V7 \rightarrow \infty$).

Таблица 1

Моделна таблица с попълнени данни за техническите характеристики на лентов транспортър

Номинална мощност на ЕД P_n , kW	1.5
Номинална честота на въртене на ЕД n_n , min^{-1}	1410
Номинален $\cos\phi_n$ на ЕД	0.81
Номинален к.п.д. η_n на ЕД	0.80
Номинална производителност P_n , t/h	20
Дължина на транспортъра L , m	4
Ъгъл на наклона на транспортъра β , ($^\circ$).	10
Височина на издигане на товара Δh_c , m	0

Таблица 2

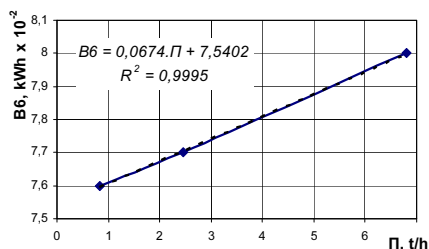
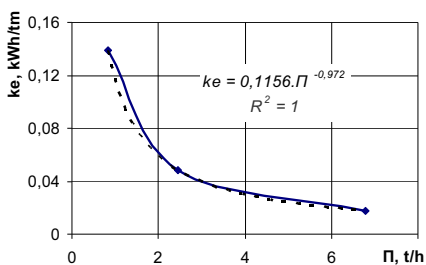
Моделна таблица с попълнени данни за определените величини и параметри при различни работни режими на лентов транспортър

№	--	Режим 1	Режим 2	Режим 3
1	Начало:	дата	16.09.2010	16.09.2010
2		час	12	13
3		минута	38	49
4	Край:	дата	16.09.2010	16.09.2010
5		час	12	13
6		минута	48	59
7	$P_{L1,1}$, kW	0,16	0,148	0,16
8	$P_{L1,2}$, kW	0,17	0,154	0,168
9	$P_{L1,3}$, kW	0,15	0,16	0,166
10	$P_{L1,ср}$, kW	0,16	0,154	0,165
11	$P_{L2,1}$, kW	0,15	0,151	0,155
12	$P_{L2,2}$, kW	0,146	0,152	0,155
13	$P_{L2,3}$, kW	0,148	0,15	0,156
14	$P_{L2,ср}$, kW	0,148	0,151	0,155
15	$P_{L3,1}$, kW	0,152	0,157	0,158
16	$P_{L3,2}$, kW	0,151	0,153	0,161
17	$P_{L3,3}$, kW	0,153	0,154	0,161
18	$P_{L3,ср}$, kW	0,152	0,155	0,16
19	$P_{ел,с}$, kW	0,456	0,46	0,48
20	Δh_c , m	0	0	0
21	Δt_c , s	600	600	600
22	Π , t/h	0,83	2,45	6,8
23	m_r , kg	138,3	408,3	1133,3
24	C_2 , kW	0,456	0,46	0,48
25	k_e , kWh/tm	0,139	0,048	0,018

Таблица 3

Моделна таблица с попълнени данни за на стойностите на показателите на енергийната ефективност на лентов транспортър

Показатели	Режим 1	Режим 2	Режим 3
A1, kW	-	-	-
⋮			
A6, отн. ед.	-	-	-
B1, kW	0,456	0,46	0,48
B2, kWAr	0,214	0,216	0,226
B3, min	10	10	10
B4, kWh	0	0	0
B5, kWh	0,076	0,077	0,080
B6, kWh	0,076	0,077	0,080
B7, kWh	-	-	-
C2, kW	0,456	0,46	0,48
D1	-	-	-
⋮			
E6	-	-	-
F1, kW	0,0054	0,0055	0,0058
F2	0,012	0,011	0,0115
F3, kWAr	0,0018	0,0018	0,0019
F4	0,004	0,003	0,004



Фиг.2. Графика на зависимостта на специфичния разход и консумираната мощност от производителността на лентов транспортър

Означения: $P_{L1,1}$, $P_{L1,2}$, $P_{L1,3}$ – моментните активни мощности на първа фаза, отчетени в периода на пренасяне на товара, kW; $P_{L2,1}$, $P_{L2,2}$, $P_{L2,3}$ – също, но за втора фаза, kW; $P_{L3,1}$, $P_{L3,2}$, $P_{L3,3}$ – също, но за трета фаза, kW; $P_{L1,sp}$, $P_{L2,sp}$, $P_{L3,sp}$ – средноаритметичните стойности на активните мощности, съответно на първа, втора и трета фаза, определени въз основа на трите моментни стойности на мощността на дадената фаза, kW; k_e – специфичен разход на електроенергия, kWh/tm; Π – производителност на транспортъора, t/h.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На базата на разработения модел и автоматизирана система за обследване на енергийната ефективност на асинхронните задвижвания е разработена частна методика за обучение в областта на подемно-транспортните машини. Методиката осигурява придобиването на специализирани знания и умения за провеждане на комплексни обследвания и анализи на енергийната ефективност.
2. С оглед техническото осигуряване на методиката са създадени възможности за използване на съществуваща лабораторна система от транспортъори и компютърен симулационен стенд. Разработен е цикъл от лабораторни упражнения със съответни методични указания.
3. Работоспособността и практическата приложимост на методиката са тествани и доказани чрез нейното приложение за характерен лентов транспортъор.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Андонов К., О. Динолов, В. Кирчев, Г. Недев. Обследване енергийната ефективност на система за въглеподаване. - Енергетика, № 8, 2007, с. 26 - 33.
- [2] Динолов О. Обобщен модел за оценка на енергийната ефективност на асинхронни електрозадвижвания. - Енергетика, № 5, 2007, с. 37 – 43.
- [3] Динолов О., К. Андонов. Синтезиране на структурата на автоматизирана система за оценка на енергийната ефективност на електрически задвижвания. – Е & Е, № 11 -12, 2009, с. 55 – 61.
- [4] Динолов О., К. Андонов, А. Кръстева, К. Коев. Разработване на унифицирана методика за обучение по обследване енергийната ефективност на асинхронни електрозадвижвания. – Годишник на Техническия университет - София, т. 59, книга 2, 2009, с. 181 – 186.
- [5] Динолов О., Т. Узунов, К. Андонов. Обследване за енергийна ефективност на подемно-транспортна техника - ръководство за лабораторни упражнения. 2010, с. 42 (под печат).
- [6] Закон за енергийната ефективност. Обн. ДВ, бр.18 от 05.03.2004 г., изм. доп. ДВ бр. 74/2006 г.
- [7] Попов И., И. Митев, Г. Кенаров, Т. Узунов, Н. Недялков. Подемно-транспортна техника, лабораторни упражнения. Печатна база на РУ "А. Кънчев", Русе, 1998, стр.44.
- [8] Стефанов Ст., В. Русева. Измерване, контрол и управление в електроснабдяването. Русе, 2004, с. 110.
- [9] Hernandez-Arambuo C., T. Green, S. Smith. Assessment of Power Losses of an Inverter-Driven Induction Machine with Its Experimental Validation. – IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 39, № 4, 2003, pp. 994 – 1004.
- [10] Ramos M., H. Tatizawa; G. Burani. Methodology for assessment and optimization of induction electric motors aiming energy conservation, aided by computer simulation. – WSEAS Trans. Syst, Vol. 8, Issue 3, 2009, pp.410 – 419.

За контакти:

д-р инж. Огнян Динолов, Катедра "Електроснабдяване и електрообзавеждане", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 202, e-mail: odinolov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.