

Измервателно устройство на енергетичните показатели на електромеханични системи

Борис Борисов, Стефан Ангелов

***A Measurement Device for Energetic Parameters Estimation of Electromechanical Systems:** A general-purpose measurement device is developed by the authors on the base of modules, produced by Schneider Electric company. The advantages and usefulness of the device at energy efficiency estimation are demonstrated for industrial applications. A concrete application of the device for working regimes optimization is shown in the field stone cutting industry.*

Key words: Measurement device, power, energy, methods, optimization

ВЪВЕДЕНИЕ

Световните демократични процеси откриха възможности за значително увеличаване на търговския обмен между страните, което постави производителите на стоки в условия на силна конкуренция. Условието за конкурентоспособност – производство на качествена търсена стока с ниска цена за сега няма алтернатива. Ефективни по отношение снижаване себестойността се оказват мероприятията свързани с намаляване на енергийните разходи за единица произведена продукция. Създаването на модерни енергоспестяващи системи става все по актуален въпрос в условията на продължително действаща енергийна криза. Това от своя страна налага присъствие на специализирани измервателни устройства еднакво необходим, както за установяване на енергетичните показатели на работещите системи, така и оценка на качеството на новите такива.

Подобни устройства се описват в литературата и с успех се използват [1,2,3,4,5] за оптимизация на работните режими по различни критерии. Съвременната елементна база и развитието на компютърната техника позволява да бъдат изградени измервателни устройства работещи с висока точност при широки възможности за измерване и обработка на резултатите.

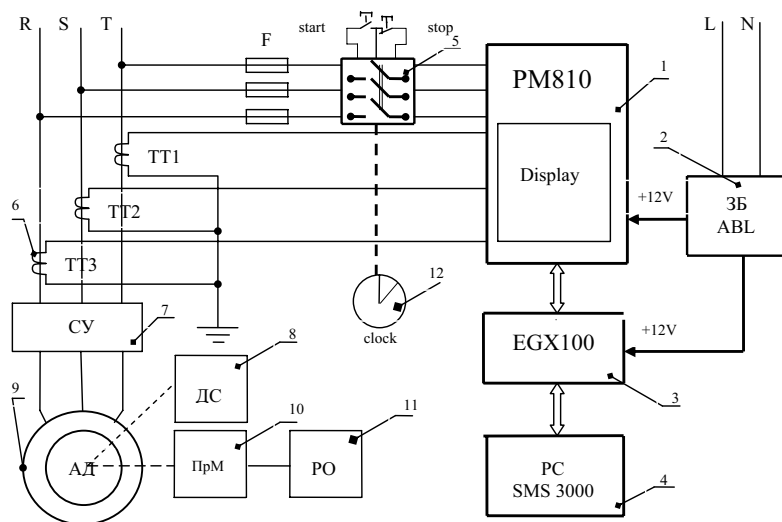
ИЗЛОЖЕНИЕ

В доклада се представя разработено от авторите измервателно устройство, реализирано с помощта на Schnieder Electric Bulgaria, на чиито специалисти авторите изказват своята благодарност.

На фигура 1 е дадена блокова схема на устройството включваща: **1**- измервател на мощност (енергия) **PM810**; **2**- преобразувател **EGX100**; **3**- преносим персонален компютър; **4**- захранващ блок **ABL AC/DC – 220/12 V**; **5**- система за стартиране и спиране на измерването; **6** – токови трансформатори; **7**- система за управление на асинхронен двигател (**9-АД**) задвижващ работният орган **РО (11)** на машината чрез предавателният механизъм **ПрМ (10)**; **8**- датчик на скорост; **12** – хронометър за времето на работа (clock).

Основен елемент за устройството е предлаганият от фирмата Schneider Electric измерител тип – Power meter **PM810**. В [6] са показани начини за свързването му към монофазна или трифазна променливо токова захранваща мрежа. **PM810** дава възможност да се измерват текущи стойности на:

- линейните и фазни токове и напрежения, с регистрация на максималните им стойности;
- пълна, активна, реактивна мощност и енергия на всяка една от фазите;
- фактор на мощността;
- хармоничните изкривявания и хармоничен анализ на токовете и напреженията до 31 хармоник.



Фиг.1. Блокова схема на измервателното устройство

В собствената памет на PM810 се въвеждат измерените текущи стойности при честота на записа 1 сек. и същите се визуализират на дисплея му.

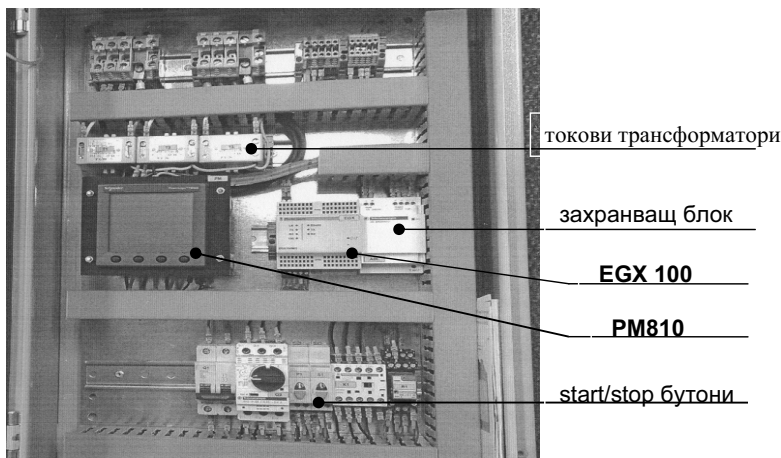
Възможностите на измервателното устройство значително се разширяват с включването на преносим компютър, посредством включване на преобразувателя EGX100 и при използване на предлагания от Shneider Electric софтуер SMS300. Последният има възможност да обслужва няколко едновременно работещи измервателни устройства и директно да изпраща получената информация към софтуера Microsoft Office при нужда за допълнителна обработка.

С включване на EGX100 и PC допълнително се постигат:

- разширяване на паметта на PM810, чрез периодично прехвърляне на масиви от данни от PM810 в паметта на PC;
- обработка на текущата информация от измервателя с цел по-удобната визуализация на екрана, съобразно желанието на потребителя (таблицы, диаграми, графики и др.);
- Възможност за използване посредством EGX100 на Internet за прехвърляне на данните от PM810.

Предлаганото и разработено (фиг.2) устройство може да бъде включено при решаването на широк кръг задачи. В доклада авторите разглеждат едно конкретно приложение в аспекта на посочените по-горе енергийни оценки и оптимизация на работните режими при каменообработващи машини, по конкретно машини за дисково рязане на масово добивания у нас варовик край град Враца.

Добивът и обработката на скални материали са изключително енергоемки процеси, като у нас в повечето случаи се осъществява с неефективни в енергийно отношение машини и технологии. Има и такива работещи с недопустимо ниски показатели. За създаване те са създадени и внедрени без задължителното участие на специалисти по задвижваща и управляваща техника.



Фигура 2. Снимка на измервателното устройство

Много от големите производители от този отрасъл, не обработващи масово добиваните у нас мрамори (с. Струмяна, с. Копривлен) и варовици, фалираха (Велин град, Малко Търново, Тополовград, Владая и др.). Добивът на български гранит е прекратен от десетилетие, основно поради конкуренцията на китайските гранити. В условия на ограничени средства за обновление неотложен е въпросът със въвеждането на нови енергоспестяващи системи за управление.

Задачите които авторите решават, чрез използването на устройството са именно в посоката на създаване на енергоикономични системи, чрез:

1. Диагностика на функционалната годност на оборудването работещо в механичната част на системата (фиг.1) с резултантното номинално к.п.д. :

$$\eta_{\Sigma \text{НОМ}} = \eta_{\text{АД}} \cdot \eta_{\text{ПрМ}} \cdot \eta_{\text{Ро}} \quad (1)$$

където: $\eta_{\text{АД}} \cdot \eta_{\text{ПрМ}} \cdot \eta_{\text{Ро}}$ са съответните номинални стойности на к.п.д. на асинхронния двигател, предавателния механизъм и работния орган.

Характерно за каменообработващите машини е работата с силно променящи се съпротивителни моменти и сили. В този смисъл работата с номинален к.п.д. се явява като частен случай. Чрез последователно разкъсване на механичните връзки между РО и ПрМ и между ПрМ и АД с устройството могат да се определят текущите стойности на к.п.д. (η), при работа на празен ход. В голяма степен това позволява да се определи годността на тези агрегати или се обсъди възможността за тяхната подмяна.

2. Оценка на необходимата мощност на асинхронния двигател и при възможност се осъществява подмяната му. За целта с устройството продължително се измерва консумираната от АД мощност при различни режими на работа и възможно допустимите натоварвания. Ако при построените товари диаграми не се достигне до номинален режим е наложително да се направи оценка на правилния избор на мощността му.

3. Оптимизация на работните режими на машините за дисково рязане чрез промяна на работните скорости, сили, ускорения или параметри на режещия диск (диаметър на диска, дебелина на сегментите).

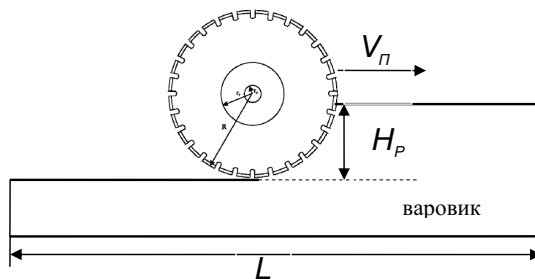
За удобство на анализа на работните режими (фиг 3) се въвеждат единица за отрязана площ $S_{ед}$ (например 1квадратен метър и др.) и обем на ряза V_p определени като:

$$S_{ET} = H_p \cdot L = H_p \cdot V_n \cdot t_p \quad \text{при } V_n = \text{const} \quad (2)$$

където: H_p е дълбочината на ряза (фиг.3), L дължината на отрязаното сечение, V_n скоростта на рязане задавана от подавателното движение, t_p времето за рязане.

$$V_p = S_{ET} \cdot \delta \quad (3)$$

където: V_p е обема на ряза, т.е. обема на отнетия материал при рязане с дебелина на диамантените сегменти δ [mm].



фиг.3

Практически при дисковото рязане, като стандартни дълбочини H_p са приети $H_p = 20, 30, 40, 60$ см, което прави $S_{ед} = f[H_p]$ при съответни на това дължини $L_{20}, L_{30}, L_{40}, L_{60}$.

Ако с устройството се измери общата консумирана енергия W_s за единица отрязана площ S_{ET} , чрез времето t_p може да бъде определена средната стойност на к.п.д. η_{cp} .

$$\eta_c = \frac{W_{ET}}{W_s} = \frac{W_{ET}}{W_{ET} + \Delta W_{3AG}} = \frac{P_{ET} \cdot t_p}{P_{ET} \cdot t_p + \Delta P_{3AG} \cdot t_p} = \frac{P_{ET}}{P_{ET} + P_{3AG}} \quad (4)$$

където: P_{ET} и ΔP_{3AG} са средни стойности на полезната мощност P_{ET} и мощността на загубите ΔP_{3AG} при рязане на S_{ET} .

Сравнително точно съставлящите на $W_s = W_{ET} + \Delta W_{3AG}$ могат да бъдат определени чрез повторно движение на диска в направения срез при същата скорост V_n и време t_p и се отчита консумираната енергия ΔW_{3AG} . Разликата между експериментално измерените енергии W_s и ΔW_{3AG} :

$$W_{ET} = W_s - \Delta W_{3AG} \quad (5)$$

представлява енергията консумирана за преодоляване на всички сили и моменти съпътстващи рязането на единица площ S_{ET} .

При достатъчен брой измервания получени чрез вариране на параметри на процеса на рязане: H_p , V_n , δ , D_d определят техните оптимални стойности при които к.п.д.

има максимална стойност т.е. минимум разход на енергия за S_{cr} . При необходимост де се премине от мощност към момент на двигателя се използва информацията от датчика на скорост.

Обработените резултати от проведените изпитания авторите ще дадат в бъдещи публикации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Обоснована е необходимостта от специализирани измервателни устройства на енергитичните показатели на производствени механизми с променливо токови задвижващи системи.

2. Проектирано и изработено е модерно измервателно устройство с разширени възможности за използването му при анализа и синтеза на електромеханични системи с подобрени енергитични показатели.

3. Показано е конкретно приложение на устройството за оптимизация на режима дисково рязане с каменообработващи машини по критерии минимални енергийни разходи за единица продукция.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Йорданов С., Райнов Р. Избор на оптимални параметри на реверсивни електрозадвижвания, Печатна база на ТУ-София, 1998.

[2] Ключев В. И. Теория Автоматизированного Электропривода. 2001

[3] Amaral P.M., Fernandes J., Rosa L. Wear mechanisms in materials with granitic textures – Applicability of lateral crack system model. Wear 2009, vol.266 753-764.

[4] Buyuksagis I.S., Goktam R.M., Investigation of marble machining performance using an instrumented bloc-cutter. Journal of Materials Processing Technology 2005, vol. 169 258-262.

[5] Polini W. Turchetta S. Monitoring of diamond disk wear in stone cutting by means of force or acceleration sensors. Int. Journal of Advanced Manufacturing Technology 2007 vol.35 454-467

[6] Shneider Electric сервисно оборудване на PM810.

.....

За контакти:

Доц. д-р Борис Борисов, Катедра "АЕЗ", Технически университет – София, e-mail: ashmodean_@abv.bg

маг. инж. Стефан Ангелов, Катедра „АЕЗ“, Технически университет – София, тел.:0888873814, e-mail: ashmodean_@abv.bg

Докладът е рецензиран.