

Mr. sc. Ružica Beljo, Šumarski fakultet, Zagreb
Jaromir Malek dipl. ing., DI Česma, d.d., Bjelovar

Primjena Hammove približne metode određenja električne snage za pogonska istraživanja transportnih sustava

Application of Hamm's approximate method of electric power determination for transport means research

Prethodno priopćenje

*Prispjelo: 28. 03. '95. • Prihvaćeno: 30. 03. '95. • UDK 630*862.9*

SAŽETAK • U radu prikazan primjer primjene Hammove približne metode za određivanje utroška električne energije trofaznih asinkronih indukcijskih elektromotora. Metoda omogućuje brze i dovoljno točne podatke za odabir pogodnih tehničkih činitelja u pogonskim uvjetima. U radu se iznose rezultati energetske usporedbe dobrote zračnoga i mehaničkog konvejera koji se rabe za premetanje iverja u tvornici ploča iverica. Rezultati istraživanja potvrdili su da je mehanički konvejer energetski višestruko povoljniji od zračnoga.

Ključne riječi: utrošak električne energije, zračni i mehanički konvejer, energetska dobrota.

SUMMARY • This paper presents Hamm's approximate method of determination of the consumed electric energy in three-phase asynchronous induction electric motors. The method gives brief and sufficiently exact information for a selection of advisable technical factors in working conditions. The basis of this approximate method is dependence of power factor $\cos \varphi$ upon electric motor load. Using empiric data, Hamm has developed a diagram for determination of electric power on the basis of measured current for three characteristic values of the power factor ($\cos \varphi = 0.7$; $\cos \varphi = 0.8$; $\cos \varphi = 0.9$). The method is illustrated with a practical example where specific consumed electric energy of a pneumatic and a mechanical conveyor is determined. Results of the research have confirmed that mechanical conveyor is more favourable than pneumatic conveyor with respect to power.

Key words: consumed electric energy, pneumatic and mechanical conveyor.

1. UVOD
1. Introduction

U suvremenoj drvnoindustrijskoj proizvodnji transportne i proizvodne linije tvore jedinstveni proizvodni sustav. Stoga obilježja transportnoga sredstva određuju i djelotvornost proizvodnje.

Uzimajući u obzir važnije čimbenike koji utječu na izbor transportnoga sredstva (proizvodnost, ekološku prihvatljivost, investicijska ulaganja, održavanje, prikladnost itd.), energetska je dobrota jedan od bitnijih.

Na osnovi utroška električne energije mogu se odrediti energetske normativi za pojedino transportno sredstvo te potrošnja energije po jedinici premetnutog materijala.

U svim suvremenim industrijskim postrojenjima, pa tako i u drvnoindustrijskim, najčešći je pogon strojeva i uređaja trofaznim asinkronim indukcijskim elektromotorima. Oni su često uvelike predimenzionirani glede potrebne mehaničke snage. Zato su gubici električne energije u samome motoru veći, što rezultira manjom korisnošću elektromotora. Osim toga, lošiji je i faktor snage ($\cos \varphi$). Stoga valja uzeti u obzir stvarne otpore koje treba svladavati pri pokretanju odnosno pri radu stroja ili uređaja te utemeljeno odabrati pogonski elektromotor. Usto je poželjno odrediti iskorištenje instaliranoga elektromotora, kako u početku rada, tako i pri svakoj promjeni radnih uvjeta tijekom eksploatacije.

Budući da je problem velikoga utroška električne energije naglašeniji u zračnih negoli u mehaničkih konvejera, prvi su češće proučavani. Problemima zračnih konvejera s energetskog stajališta u nas se bavio Hamm (1966, 1982). On je iznio preporuke za optimiranje rada odsisnih uređaja (ekshausatora). Analizom transportnih rješenja u industriji ploča od usitnjenoga drva posebno se bavio Kiosseff (1974a, 1974b). Premda on iznosi određene prednosti zračnih konvejera, razmatra i mogućnost njihove zamjene mehaničkim konvejerima gdje god je to u procesu proizvodnje ploča moguće. Rezultati tih donekle zastarjelih analiza odnedavno se primjenjuju u nas.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA
2. Aim of research

Cilj ovoga rada je prikaz jednostavne metode praktičnoga određivanja utroška električne energije trofaznih asinkronih indukcijskih elektromotora koja omogućuje dobivanje brzih i dovoljno točnih pogonskih podataka. Metodu je prije tri desetljeća opisao Hamm (1964) i od tada nije našla širu primjenu. Primjer praktične primjene te metode opisat ćemo pri određenju i usporedbi energetske dobrote zračnoga i mehaničkog konvejera.

3. OBJEKT ISTRAŽIVANJA
3. Research object

Sva su potrebna mjerenja obavljena u DI Česma, d.d., Bjelovar, i to na mehaničkome i zračnom konvejeru u tvornici iverica. Izabrani konvejeri pripadaju dvama različitim sustavima premetanja iverja od iverača do spremnika (bunkera) za mokro iverje u liniji za proizvodnju ploča iverica. Ukupni je instalirani kapacitet iverača 21 800 kg/h. Strojevi za proizvodnju iverja povezani su različitim tipovima konvejera sa spremnicima za uskladištenje iverja tako da svaki stroj ima svoj zasebni spremnik za iverje. Nadalje, svaki spremnik ima više pužnih transportera za iznošenje i doziranje potrebnog iverja za vanjski i srednji sloj ploče.

Zračnim se konvejerom iverje premeće s iverača Homback U-64. To je tip usisnotlačnoga zračnog konvejera (sl. 1) sljedećih tehničkih karakteristika:

Godina proizvodnje: 1977.

Transportni kapacitet: 6 400 kg/h.

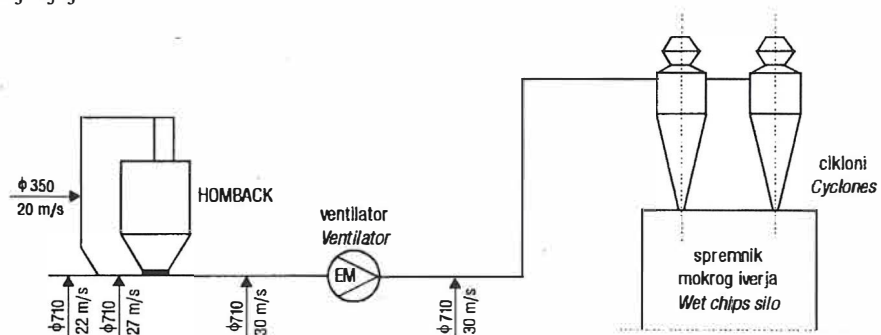
Ventilator je radijalni, tipa SMK 080.76-H, protoka $43\ 000\ m^3$ i ukupnoga tlaka 3 600 Pa.

Elektromotor ima ove karakteristike:

$P = 132\ kW$; $I = 240\ A$; $U = 380\ V$; $\cos \varphi = 0,91$; $n = 2\ 960\ min^{-1}$; $f = 50\ Hz$.

Promjer glavnoga cjevovoda je 710 mm, a brzina zraka u njemu 30 m/s. Odvajači iverja su cikloni tipa ASH 125/100, nazivnog kapaciteta zraka $43\ 000\ m^3/h$.

Slika 1.
Shematski prikaz zračnoga konvejera •
Scheme of pneumatic conveyor



Za premetanje iverja s iverača Pessa služi žlijebno-lančani konvejer (sl. 2) sljedećih tehničkih obilježja:
 Godina proizvodnje: 1992.
 Tip: TKF 100 OS (Lindner)
 Transportni kapacitet: 20 t/h (konvejer obično radi sa 60% kapaciteta).

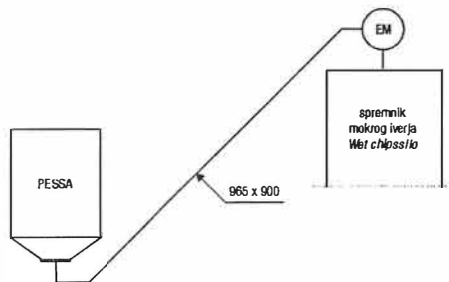
Traka konvejera duga je 30 m, visoka 18 m, nagiba 45°. Širina žlijeba iznosi 965 mm, a duljina konvejerskoga lanca 119,4 m.

Pogonski elektromotor ima ove odrednice:
 $P = 15 \text{ kW}$; $I = 29,7 \text{ A}$; $U = 380 \text{ V}$; $\cos \varphi = 0,85$; $n = 455 \text{ min}^{-1}$; $f = 50 \text{ Hz}$.

4. MJERNA METODA I OPREMA 4. Measurement method and equipment

Da bi se odredila električna snaga pogonskoga motora konvejera, strujnim je kliještima mjerena jakost struje u napojnim vodičima. Uporabljena su strujna kliješta tipa PK 210 Iskra. Instrument ima pomični svitak i ugrađen ispravljač. Najviši ispitni napon iznosio je 650 V, a frekvencija 50 Hz. Jakost struje mjerena je u praznome hodu konvejera i pri premetanju iverja.

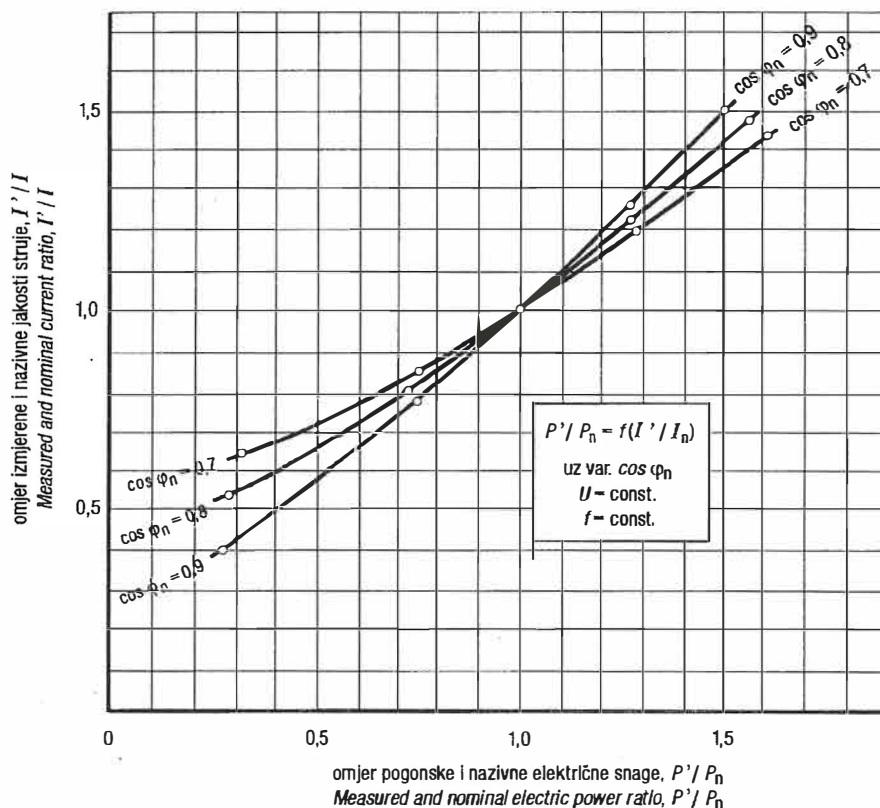
Koristeći se Hammovom metodom (1964), izmjerenim su jakostima struje određene pripadajuće električne snage. Osnova te približne metode je funkcionalna ovisnost jakosti struje magnetiziranja o opterećenju elektromotora. Pretpostavka za primjenu metode jest to da je struja trofazna,



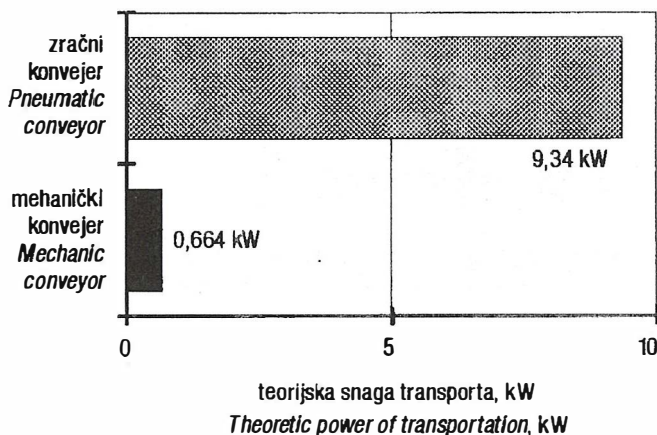
Slika 2.
 Shematski prikaz mehaničkog konvejera •
 Scheme of mechanic conveyor

linijski napon 380 V, frekvencija 50 Hz, a elektromotori asinkroni trofazni indukcijski. Faktor snage $\cos \varphi$ mijenja se s opterećenjem elektromotora odnosno utroškom električne energije.

Na osnovi empirijskih mjernih podataka za ovisnost faktora snage $\cos \varphi$ o opterećenju motora Hamm je izradio dijagram (sl. 3) s tri karakteristične krivulje: $\cos \varphi = 0,7$, $\cos \varphi = 0,8$ i $\cos \varphi = 0,9$. One su utvrđene prema nazivnom faktoru snage i nazivnoj struji (vrijednosti su naznačene na tablici svakoga elektromotora ili u proizvođačevu katalogu), a odnose se na nazivno opterećenje. Za svaki se drugi slučaj opterećenja struja I i električna snaga P'_{el} razlikuju od nazivnih vrijednosti. Pritom je uzet u obzir raspon uključene električne snage od otprilike 25 do 150 % nazivne vrijednosti. Struja I nanosena je na ordinatnu os, a električna snaga P' na apcisnu os, i to u dijelovima nazivne struje I odnosno nazivne električne snage P' .



Slika 3.
 Ovisnost faktora snage $\cos \varphi$ o opterećenju elektromotora (Hamm, 1964) • Dependence of power factor $\cos \varphi$ upon electromotor load (Hamm, 1964)



Slika 5.

Odnos teorijskih snaga transporta zračnoga i mehaničkog konvejera • Relation between theoretic transport power of pneumatic and mechanic conveyor

Usporedba energetske dobrote zračnoga i mehaničkog konvejera prikazana je na slici 4, a usporedba teorijskih snaga transporta (snaga utrošenih samo za premetanje iverja) dana je na slici 5.

Već i to približno određivanje utroška električne energije upućuje na to da je mehanički konvejer energetski višestruko povoljniji od zračnoga. Usporedba snaga potrebnih za premetanje samoga iverja također daje prednost mehaničkom konvejeru.

Treba napomenuti da su istraživanja pokazala neprihvatljivo nisku iskorištenost snage instaliranih elektromotora napose u mehaničkog konvejera. Iskorištenost snage elektromotora zračnoga konvejera iznosila je 73 %, a mehaničkoga konvejera samo 44 %.

6. ZAKLJUČAK 6. Conclusion

U radu opisana metoda određivanja utroška električne snage elektromotora jednostavna je i lako provediva u drvenoj industriji. Iako su rezultati približni, za praksu mogu biti vrlo korisni. Ako su potrebna točnija mjerenja, treba uporabiti složeniju mjernu opremu kojom se izravno mjeri ili zapisuje električna snaga odnosno utrošak električne energije.

Rezultati mjerenja i teorijska razmatranja nedvojbeno pokazuju da je mehanički konvejer energetski povoljnije transportno sredstvo, bez obzira na visoko početno ulaganje. Njegova energetska dobrota uvelike nadmašuje energetska dobrotu zračnoga konvejera.

Dok je pri odsisu piljevine zračni konvejer gotovo nezamjenjiv, sve se manje rabi za premetanje iverja. U prilog toj tvrdnji mogu se navesti sve stroži ekološki zahtjevi (zakoni) u zapadnoj Europi, kojima se

zabranjuje uporaba zračnih konvejera zbog ispuštanja drvnih čestica prašenjem u okoliš.

7. LITERATURA 7. References

- Hamm, Đ. (1964): Približni pojednostavljeni način određivanja utroška električne energije i predane mehaničke energije trofaznih asinhronih indukcionih elektromotora. "Drvna industrija" 15 (3-4), str. 51-55.
- Hamm, Đ. (1966): Odsesovalne naprave v lesni industriji. "Les" 18(4), str. 45-52.
- Hamm, Đ. (1970): Približni pojednostavljeni način određivanja utroška električne energije i predane "mehaničke energije trofaznih asinhronih indukcionih elektromotora. "Drvna industrija" 21 (7-8), str. 135-139.
- Hamm, Đ. (1980): Elektrotehnika. Šumarska enciklopedija, knj. 1, JLZ "M. Krleža", Zagreb, str. 484-498.
- Hamm, Đ. (1981): Elektrotehnika i osnove električnih mjerenja. Zbornik radova seminara mjeriteljstva u mehanizaciji šumarstva, Zagreb, Biblioteka mehanizacije br. 3, str. 89-120.
- Hamm, Đ. (1982): Ekshaustorski uređaji u drvenoj industriji sa energetskeg aspekta. Savjetovanje na temu "Energetika drvne industrije", 23-25.3. 1982., Đurđinovac, str. 20.
- Kiossef, H. (1974a): Pneumatische Ladevorrichtung für Hackschnitzel. Holzindustrie 1974/3, str. 75-76.
- Kiossef, H. (1974b): Möglichkeiten der Verbesserung des Spänetransports in der spanplattenindustrie. Holzindustrie (1974/7., str. 200-203.
- Malek, J. (1995): Energetska dobrota mehaničkih i zračnih konvejera pri premetanju drvene sječke. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 66.
- Sever, S. (1988): Transport u drvenoj industriji. Interna skripta, Zagreb, str. 140.
- Švjakov, S. N. (1966): Pneumatski transport usitnjenog drva. Izdateljstvo "Lesnaja promišljenost", Moskva, str. 372.
- ... Projektna i prospektna dokumentacija konvejera i elektromotora.