

## СРАВНЯВАНЕ НА МЕТОДИКИТЕ ЗА ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА КОФОВИ ЕЛЕВАТОРИ

**Христо Шейретов**

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, sheiretov@abv.bg

**РЕЗЮМЕ.** Целта на настоящето изследване е да се сравнят резултатите за мощността на двигателя получени при различни методики за изчисляване. Направени са изчисления на три елеватора от различен тип: центробежен верижен, центробежен лентов и непрекъснат верижен, при зададени производителност, височина на подема, вид, плътност и едрината на материала.

### COMPARISON OF THE METHODOLOGIES FOR THE CALCULATION OF BUCKET ELEVATORS

**Hristo Sheiretov**

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, sheiretov@abv.bg

**ABSTRACT.** Aim of the present study is to compare the calculation results for the motor power, when different methodologies are used. Calculations of three bucket elevators of different type are done: centrifugal belt, centrifugal chain and continuous chain. The capacity, elevation height, type, density and size of material are given.

### Въведение

Кофовите елеватори се използват за транспортиране на насипни материали по вертикално трасе. Намерили са приложение в миннодобивната, цементовата, химическата и хранително-вкусова промишленост. Производителността им достига 1500 t/h, широчината на кофите 1600 mm, а височината – 130 m (Aumund Bucket Elevators, 2001).

Методики за изчисляване на кофови елеватори са дадени в учебниците и ръководствата разглеждащи транспортни машини с непрекъснато действие (Васильев, 1991; Евневич, 1956; Кузманов, 1999; Шейретов, 2001). Фирмите производители също дават методики за избор на елеватор и определяне на мощността на двигателя (Screw conveyor; Link-Belt, 2004).

Целта на настоящето изследване е да се сравнят резултатите за необходимата мощност на двигателя получени по различните методики.

### Описание на методиките за изчисляване

Според източници (Васильев, 1991; Кузманов, 1999; Шейретов, 2001) (методика №1) последователността на изчисляване е следната:

1) Избират се типа на елеватора, типа на кофите, скоростта на теглителния орган  $v$  [m/s] и коефициента на напълване на кофите  $\psi$  в зависимост от типа и едрината на материала  $a_{max}$  ( $\psi = 0,8$  при  $a_{max} = 0,5 \div 50$  mm).

2) Избира се кофа според линейната и вместимост  $i$ :

$$i = \frac{Q_h}{3,6 \cdot v \cdot \rho \cdot \psi}, \text{ dm}^3/\text{m}, \quad (1)$$

където:

$Q_h$  [t/h] – производителност на транспортъора;

$\rho$  [t/m<sup>3</sup>] – плътност на транспортирания материал.

3) Определят се съпротивленията при движение в товарния  $W_m$  и празния  $W_n$  клон и от загребването на материала  $W_z$ :

$$W_m = H \cdot (q_m + q_o), \text{ N} \quad (2)$$

$$W_n = H \cdot q_o, \text{ N} \quad (3)$$

$$W_z = k_{z2} \cdot q_m, \text{ N} \quad (4)$$

където:

$H$  [m] – височина на елеватора;

$q_m$  [N/m] – линейно тегло на материала;

$q_o$  [N/m] – линейно тегло на теглителния орган с кофите;

$k_{z2}$  – коефициент отчитащ загребването на материала;

$k_{z2} = 2,5$  при  $v > 1$  m/s и  $a_{max} < 50$  mm;

$k_{z2} = 1,25$  при  $v < 1$  m/s и  $a_{max} < 50$  mm.

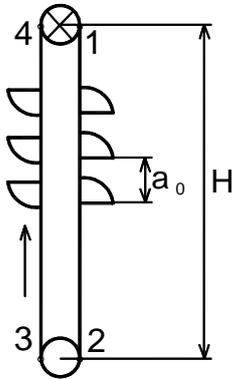
$$q_m = \frac{Q_h \cdot g}{3,6 \cdot v}, \text{ N/m} \quad (5)$$

$$q_o = k_o \cdot q_m, \text{ N/m}, \quad (6)$$

където:

$k_0$  – коефициент, който се избира в зависимост от типа на теглителния орган, типа на кофите и производителността  $Q_h$  ( $k_0 = 0,4 \div 0,8$ ).

4) Определят се силите на опън в теглителния орган (фиг.1):



Фиг.1 Схема на елеватора

$$S_2 = 2000 \text{ N при лентов елеватор} \quad (7)$$

$$S_2 = 3000 \text{ N при верижен елеватор}$$

$$S_1 = S_2 - W_n \quad (8)$$

$$S_3 = k \cdot S_2 + W_3 \quad (9)$$

$$S_4 = S_3 + W_m, \quad (10)$$

където:

$k$  – коефициент отчита съпротивлението в обръщателните колела или барабан,  $k = 1,1$ .

5) Определя се мощността на двигателя

$$N_{\text{дв}} = k_p \cdot \frac{W_o \cdot v}{1000 \cdot \eta}, \text{ kW} \quad (11)$$

където:

$k_p$  – коефициент на резерв,  $k_p = 1,15$ ;

$\eta$  – КПД на задвижването,  $\eta = 0,85$ ;

$W_o$  – общо съпротивление при движение.

$$W_o = S_4 - S_1 + k_1 \cdot (S_4 + S_1), \text{ N} \quad (12)$$

където:

$k_1$  – коефициент на съпротивление в задвижващите верижни колела или барабан;

$k_1 = 0,04$  при верижни елеватори;

$k_1 = 0,07$  при лентови елеватори.

В Евневич (1956) (методика №2) е дадена опростена формула за определяне на мощността на двигателя:

$$N_{\text{дв}} = \frac{Q_h \cdot H}{367} \cdot (1,15 + k_2 \cdot k_3 \cdot v), \text{ kW} \quad (13)$$

Първото събираемо отчита необходимата мощност за издигане на материала, а второто – вредните съпротивления при движението на тяговия орган. Коефициентите  $k_2$  и  $k_3$  се избират в зависимост от типа на кофите и теглителния орган и производителността  $Q_h$  ( $k_2 = 0,35 \div 1,1$ ,  $k_3 = 0,8 \div 1,6$ ).

В Screw conveyor и Link-Belt (2004) (методика №3) последователността на изчисляване е следната:

1) Избира се типа на елеватора и кофите в зависимост от вида и едрината на материала. Елеваторите са три типа: верижен с разредени кофи (центробежен), верижен със сближени кофи (непрекъснат) и лентов с разредени кофи.

2) Избира се елеватор в зависимост от  $Q_h$  и  $\rho$ .

3) Определя се мощността на двигателя:

$$N_{\text{дв}} = 48,6 \cdot \left( \frac{H}{0,305} \cdot c_1 + c_2 \right) \cdot \frac{\rho}{\eta}, \text{ kW} \quad (14)$$

където:

$c_1$  и  $c_2$  са коефициенти, които се взимат от таблицата за избрания елеватор.

## Резултати от изследването

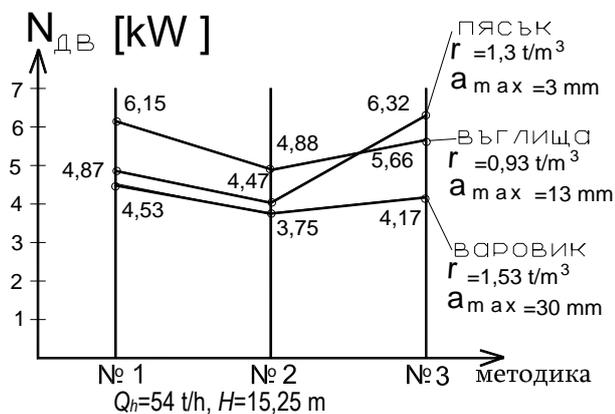
Направени са изчисления на три елеватора от различен тип при зададена производителност ( $Q_h = 54 \text{ t/h}$ ) и височина на елеватора ( $H = 15,25 \text{ m}$ ), вид, плътност и едрина на материала. Резултатите са дадени в табл.1 и са изобразени на фиг.2.

Таблица 1.

Резултати от изчисленията за необходимата мощност на двигателя по трите методики

Вид на материала	въглища	варовик	пясък
Плътност на материала $\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	0,93	1,3	1,53
Максимална едрина на късовете от материала $a_{\text{max}}$ [mm]	13	30	3
Тип на елеватора	центробежен верижен	непрекъснат верижен	центробежен лентов
Скорост на теглителния орган $v$ [m/s]	1,58	0,63	1,32
Разстояние между кофите $a_0$ [mm]	630 (457)	250 (305)	250 (457)
Широчина на кофите	500 (355)	320 (355)	500 (305)

$B_k$ [mm]			
Тип на кофата	дълбока	остроъгълна	плитка
Вместимост на кофата $i_0$ [dm <sup>3</sup> ]	12 (6,5)	6,4 (7,6)	6,8 (5,4)
Приети коефициенти методика №1	$\psi = 0,8$ $k_{зз} = 2,5$ $k_0 = 0,5$ $k_1 = 0,04$	$\psi = 0,8$ $k_{зз} = 1,25$ $k_0 = 0,7$ $k_1 = 0,04$	$\psi = 0,8$ $k_{зз} = 2,5$ $k_0 = 0,4$ $k_1 = 0,07$
Приети коефициенти методика №2	$k_2 = 0,5$ $k_3 = 1,3$	$k_2 = 0,7$ $k_3 = 0,8$	$k_2 = 0,4$ $k_3 = 1,6$
Приети коефициенти методика №3	$c_1 = 0,138$ $c_2 = 3,86$	$c_1 = 0,102$ $c_2 = 0,21$	$c_1 = 0,1$ $c_2 = 2,2$
Необходима мощност на двигателя $N_{дв}$ [kW]	6,15 - №1 4,88 - №2 5,66 - №3	4,53 3,75 4,17	4,87 4,47 6,32



Фиг.2 Мощност на двигателя при различните методики за изчисляване

Препоръчана за публикуване от  
Катедра "Механизация на мините", МЕМФ

В графите за  $a_0$ ,  $B_k$  и  $i_0$  (виж табл.1) горната стойност съответствува на методики №1 и №2, а долната (в скоби) – на методика №3. В графата за  $N_{дв}$  трите стойности отгоре надолу съответствуват съответно на методики №1,2 и3.

## Изводи

И при трите типа елеватори най-ниски стойности за необходимата мощност на задвижване се получават при методика №2. При верижните елеватори най-голяма се получава мощността по методика №1. При лентовите елеватори най-голяма мощност се получава по методика №3.

Най-точни трябва да се приемат стойностите получени по методика №3. Причина за това е, че коефициентите се определят на базата на произведени елеватори, за които се знае точното тегло и размери на елементите, както и съпротивленията при движение.

## Литература

- Васильев, К.А. 1991. *Транспортные устройств склады*. Москва, Недра, 238 с.
- Евневич, Н.В. 1956. *Горные транспортные машины*. Углетехиздат, 406 с.
- Кузманов, А.И. 1999. *Руководство за упражнения по рудничен транспорт*. С, 147 с.
- Шейретов, Х.К. 2001. *Руководство за курсово проектиране на руднични транспортни машини*. МГУ, С., 148 с.
- Aumund Bucket Elevators. 2001. Каталог, 8 p. *Bucket Elevators for Industrial Service*. Screw Conveyor Cooperation. Каталог, 15 p.
- Link-Belt. *Bucket Elevators & Buckets*. 2004. Каталог, 32 p.