

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 ψ 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 :

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

където:

Q_h [t/h] – производителност на транспортъора;
 ρ [t/m³] – 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 :

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

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

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

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.

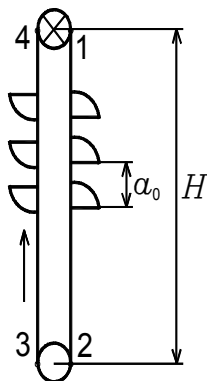
$$q_m = \frac{Q_h \cdot g}{3,6 \cdot v} \quad , \text{ N/m} \quad (5)$$

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

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

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

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

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

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

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

където:

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

5) Определя се мощността на двигателя

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

където:

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

η – 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:

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

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 ρ .

3) Определя се мощността на двигателя:

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

където:

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

Резултати от изследването

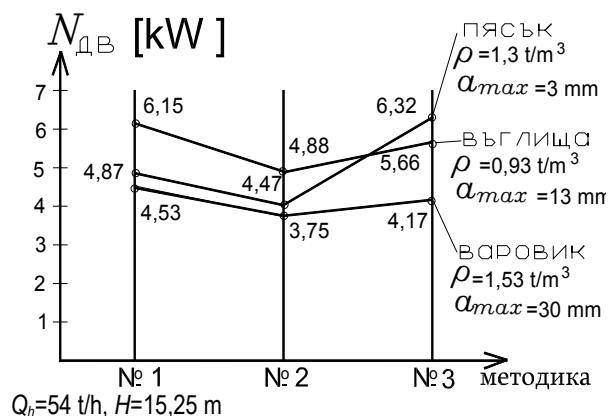
Направени са изчисления на три елеватора от различен тип при зададена производителност ($Q_h = 54 \text{ t/h}$) и височина на елеватора ($H = 15,25 \text{ m}$), вид, плътност и едрина на материала. Резултатите са дадени в табл.1 и са изобразени на фиг.2.

Таблица 1.

Резултати от изчисленията за необходимата мощност на двигателя по трите методики

Вид на материала	въглища	варовик	пясък
Плътност на материала ρ [t/m^3]	0,93	1,3	1,53
Максимална едрина на късовете от материала a_{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	630 (457)	250 (305)	250 (457)

a_0 [mm]			
Широчина на кофите B_k [mm]	500 (355)	320 (355)	500 (305)
Тип на кофата	дълбока	остроъгълна	плитка
Вместимост на кофата i_0 [dm ³]	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

В графите за a_0 , B_k и i_0 (виж табл.1) горната стойност съответства 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 устройства 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 р. *Bucket Elevators for Industrial Service*. Screw Conveyor Cooperation. Каталог, 15 р.
- Link-Belt. *Bucket Elevators & Buckets*. 2004. Каталог, 32 р.

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