

Определяне на оптималната дължина на захранващ кабел на еднокофов багер в открити рудници

Велизар Багаров, Йордан Стоянов

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

РЕЗЮМЕ. Формулирана е и е решена оптимизационна задача. С помощта на MATLAB е изследвана чувствителността на целевата функция към промяната на различни параметри. Получените резултати могат да се използват при експлоатацията на електроснабдителни системи в открити рудници.

ESTIMATION OF THE OPTIMUM LENGTH OF THE FEEDING CABLE OF THE SINGLE-BUCKET EXCAVATOR IN THE OPEN-PIT MINE.

ABSTRACT. Optimizing task is defined and solved. A research of the objective function when changing its different parameters is done by the use of MATLAB software product. The final results can be used during operation of the power supply, electrical system in the open pit mine.

В нашите открити рудници преимуществено се използват еднокофови багери с обем на кофата до 8 м³ (например ЭКГ 4,6, ЭКГ 8И и др.), които се захранват с кабел 6 kV през превключвателен пункт от съответния въздушен електропровод. Избора на дължината на багерния кабел е характерна оптимизационна задача, от чието правилно решение зависи рационалната експлоатация. Голямата дължина на багерния кабел осъществява необходимите капиталовложения за закупуването му и увеличава разходите за заплащане на загубите на електрическа енергия. От друга страна, малката дължина на багерния кабел предопределя по-чести премествания на превключвателния пункт и всички последствия свързани с увеличаване на експлоатационните разходи поради преместването и евентуалния престой на потребителите, захранвани с електрическа енергия от същия електропровод.

От съществено значение при формулиране на тази оптимизационна задача е да се оцени какъв е срока на използване на кабелите. Бельх и Заспавец (1978) публикуват резултати от подробно изследване за средния срок на из-

ползуване на багерните кабели с различни дължини. Част от тези резултати са дадени в таблица 1.

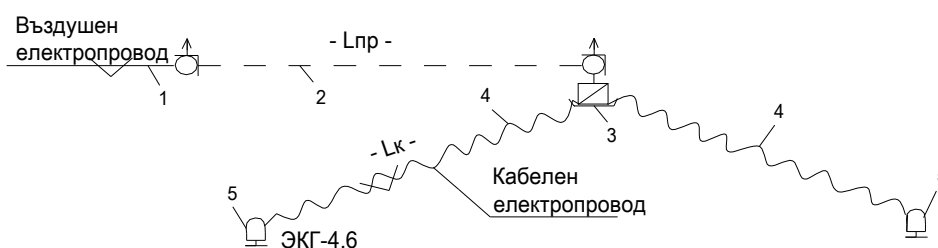
Таблица 1.

Среден срок на използване на багерните кабели с различна дължина, месеци.

Тип багер	Интервал на дължините на кабелите, м				
	150-200	200-250	250-300	300-350	350-400
ЭКГ 4,6	16,0	14,5	17,0	16,7	14,5
ЭКГ 8И	10,5	13,1	16,1	17,2	16,5

От данните в Таблица 1 се вижда, че дължините на багерните кабели не влияе особено върху срока на използване на кабелите, който е около 16 месеца. От разговори провеждани и с енергетици на действащи открити рудници с подобни багери у нас се определя среден срок на служба около 12 месеца.

Оптимизационната задача е формулирана при предположение за разположението на багерите и електроснабдителната система дадени на фиг.1.



Фиг. 1. Разположение на багерите и електроснабдителната система

Означенията на фигура 1 са както следва: 1 – временен въздушен електропровод; 2 – удължение на временния въздушен електропровод след преместване; 3 – превключвателен пункт; 4 – багерен кабел 6 kV; 5 – еднокофов багер. При надлъжна схема на електрооборудване може да се приеме

$$L_{\text{ГПР}} = 2,0,87.L_K \quad (1)$$

където $L_{\text{ГПР}}$ е разстоянието на преместване на превключвателния пункт, м;

L_K – дължината на багерния кабел, м.

При тази постановка е формулирана следната оптимизационна задача

$$G_K L_K + 3I^2 \beta_0 \tau \left(\frac{\rho_K L_K}{S_K} + \frac{\rho_K L_{\text{ГПР}}}{S_B} \right) \cdot 10^3 + \frac{L_G}{L_{\text{ГПР}}} C_{\text{ГПР}} = \min \quad (2)$$

където C_K е цената на багерния кабел, лв./м;

I – максималният тридесет минутен ток на багера, А;

β_0 – цена на електрическата енергия, лв./kWh;

τ – времетраене на годишните максимални загуби, h;

ρ_{KV} – специфична проводимост на кабел, електропровод, $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$;

S_K, S_B – сечение на кабела, електропровода, mm^2 ;

L_G – годишен работен фронт на багера, м;

$C_{\text{ГПР}}$ – стойност на едно преместване, лв./преместване.

Багерите се захранват с електроенергия с кабел с медни жила със сечение 3 x 25+10 от най-различни производители като цените варират от 20 до 32 лв./м. Номиналният ток на багер ЕКГ – 4,6 е 28,8 А, а на ЕКГ – 8И е 60 А, а максималните тридесет минутни токове са съответно 14 А и 30 А при коефициент на търсене 0,5. Времетраенето на максималните загуби е 2100 h при времетраене на максималния товар 3300 h. Прието е $\rho_K=0,0187 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, $\rho_B=0,030 \text{mm}^2/\text{m}$, $S_B=35 \text{mm}^2$, $\beta_0=0,12$ лв./kWh. Годишния работен фронт на багера е от 1500 до 4500 м. Стойността на едно преместване зависи от нивото на механизация и квалификацията на експлоатационния персонал. Обикновено преместванията на превключвателните пунктове се извършват във времето между две смени, така че да не се смущава работата на консуматорите. Едно преместване трае около 2 часа при стойност между 300 и 600 лв.

При решаване на формулираната оптимизационна задача, нетната настояща стойност се определя от разходите

за кабели, за заплащане на загубите на електрическа енергия и за преместване в рамките на една година, тъй като срока на служба на кабелите е около една година.

След известни преобразувания целевата функция (2) може да бъде написана по следния начин:

$$L_K(C_K + C_E) + \frac{B}{1,74.L_K} = \min \quad (3)$$

където $C_E = 0,11$ за багер ЕКГ – 4,6 и $C_E = 0,51$ за багер ЕКГ – 8И;

$B = L_G.C_{\text{ГПР}}$ и може да има стойност от 450 000 до 2 700 000.

Анализът на целевата функция показва, че загубите на енергия влияят много слабо върху стойността и. От съществено значение е стойността на преместването и годишния работен фронт на багера. В по-малка степен влияе цената на кабела. В таблица 2 са дадени стойности за оптималните дължини на кабелите в зависимост от параметрите C_K и B .

Таблица 2.

Оптимална дължина на багерен кабел, м.

B	C_K	20	26	32
500 000		119	104	94
1 000 000		169	148	133
1 500 000		207	181	163
2 000 000		239	209	189
2 700 000		267	234	219

Целевата функция е много слабо изпъкнала. Анализът показва, че при промяна на дължината на кабела в границите от 0,73 до 1,37 от оптималната, стойността на целевата функция се увеличава с до 5 % над стойността и при оптималното решение. Това означава, че цената на кабелите не е от решаващо значение за оптималното решение. Практически дължината на кабелите зависи от стойностите на β_0 (т.е. от L_G и $C_{\text{ГПР}}$). При известни стойности на L_G и $C_{\text{ГПР}}$ от таблица 1 може да се отчете оптималната дължина, като конкретната дължина се подбира в зависимост и от технологичните изисквания.

Литература

Белых Б. П., Заспавец Б.И., *Распределительные электрические сети рудных карьеров*, М., Недрa, 1978.