

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПОЛОЖЕНИЕТО И СТЬПКАТА НА ПРИДВИЖВАНЕ НА ПОДВИЖНИ РУДНИЧНИ ПОДСТАНЦИИ

**Тодор Върбев**

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, vat@mgu.bg

**РЕЗЮМЕ.** В статията е направено предложение за определяне центъра на електрическите товари и стъпката на преместване на подвижни подстанции в мини „Марица изток“ ЕАД.

### DETERMINATION OF LOCATION AND SHIFTING PHASE OF MOBILE SUBSTATION

**Todor Varbev**

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, vat@mgu.bg

**ABSTRACT.** The article makes a suggestion of determining the center of electrical charges /loads/ and the shifting phase of mobile substation in Maritza-East Mines.

### Въведение

Най-голямото предприятие за добив на въглища по открит начин е „Мини Марица изток“ ЕАД. То обединява три административно обособени открити мини: „Трояново - 1“, „Трояново - север“, „Трояново - 3“. Във всяка една от тях съществуват от 4 до 5 откритни и 2 добивни хоризонта. Откритните и добивните работи в тях се извършват с високопроизводителни машини:

- ✓ верижни многокофови багери тип KRs -710;
- ✓ роторни многокофови багери тип ERs – 1200, ERs – 2000, ERs – 4000 (1 бр.).

В зависимост от дължината на фронта добивните и откритни работи се извършват с посочените по-горе типове багери, като броят им варира от 1 до 3. Дължината на фронта на минните работи е различна и се изменя от 2,5 до 3,5 km. Добитата скална маса или въглища се извозват от забоя с помощта на гумено-лентови транспортъри (ГЛТ) с широчина на лентата 1600 и 2250 mm.

Задвижващите станции на ГЛТ – 1600 са съоръжени с три двигателя с номинална мощност 560 kW всеки един от тях, а ГЛТ - 2250 - с четири двигателя с номинална мощност 1000 kW всеки един от тях. Броят на забойните задвижващи станции е от две до три в участък „Добив“ и от три до четири в участък „Откривка“.

Захранването с електрическа енергия на добивните машини и транспортните ленти се осъществява от стационарни подстанции, съоръжени с няколко броя силови трансформатори (от 2 до 4) с мощност 10 или 25 MVA. Подстанциите са с първично напрежение 110 kV. Преобразуват го на 6 или 20 kV за захранване на електрическите консуматори в „Мини Марица изток“ ЕАД.

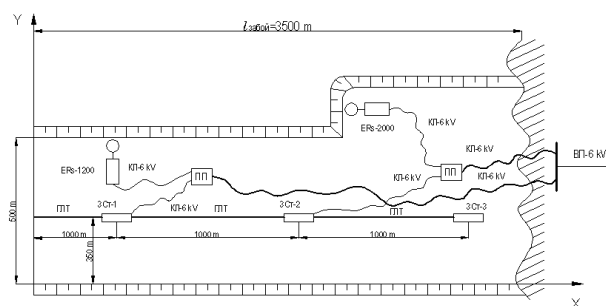
С напредване на откривните и добивни работи, електрическите консуматори се отдалечават от стационарните подстанции. Това води до удължаване на кабелните мрежи, увеличаване на загубите в тях и затрудняване на пускането на мощните електрически консуматори. За намаляване на загубите в мрежата и облекчаване на пусковите процеси на консуматорите може да се използва схемата на електроснабдяване „дълбок въвод“. По тази схема електроенергията се доставя близо до консуматорите с високо преносно напрежение, след което то се преобразува до стойности съответстващи на захранващото им напрежение. Този начин отдавна се използва в откритите рудници и кариери в Русия, Украйна и други държави в Европа (Голубев и др., 1986; Дегярева, 1988).

В последните 5-6 години в „Мини Марица изток“ ЕАД започва изграждането и внедряването на подвижни подстанции. До сега изработените подвижни подстанции са съоръжени най-често с маслени трансформатори с мощност от 10 MVA и напрежения 20/6 kV. В последната година започна монтирането и на сухи трансформатори с мощност 12 MVA. Силвите трансформатори са монтирани върху рама от стоманени профили, която е поставена върху гъсеничен ходов механизъм на задвижваща станция на ГЛТ. Една от подвижните подстанции е с монтирани два трансформатора с мощност от 10 MVA.

Важна задача при проектиране на електроснабдяването на рудниците и минните предприятия е определянето на условия център на електрическите товари и местоположението на рудничните подстанции. Ако разположението на подстанцията съвпада с условия център е ясно, че електроснабдяването ще се реализира като оптимално, а годишните приведени разходи ще бъдат минимални.

В миннодобивните предприятия по технологични причини е невъзможно подстанцията да се намира в центъра или около центъра на електрическите товари. Дали е една или са няколко, те най-често са разположени далеч от него, по борда на рудника. Освен това в тези предприятия електрическите товари се изменят по големина, както във времето така и в пространството (непрекъснато се местят консуматорите). Това се обуславя от постоянното придвижване на минните работи, от различните минно-геоложки условия, неравномерното натоварване на минните машини и от голямата разсредоточеност на консуматорите по територията на предприятието.

При използване на подвижни подстанции, поради ограничената им мощност, е възможно максимално да се доближим около центъра на електрическите товари на даден участък - добивен (откритен) хоризонт. На фигура 1 е показана стандартна схема на електрическото захранване на откритен хоризонт от участък "Откривка" в „Мини Марица изток“ ЕАД.



Фиг. 1. Електрозахранване на откритен хоризонт

Електрическите консуматори, показани на фигура 1, се захранват от стационарна подстанция чрез въздушна линия (ВЛ), която достига до борда на рудника. От там чрез кабелна линия (КЛ) се стига до превключвателните пунктове (ПП), към които се свързват захранващите кабели на роторните багери и изтеглените кабели, захранващи задвижващите станции.

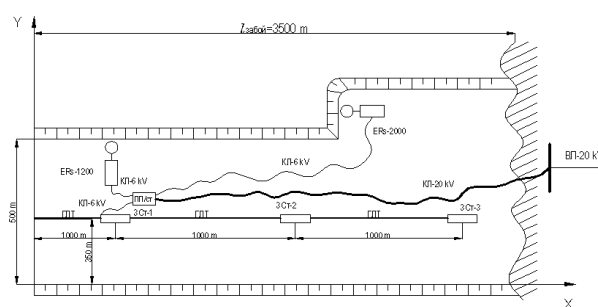
Съществуват различни математически методи за определяне на центъра на електрическите товари (ЦЕТ) в промишлените предприятия (Анев, 1991; Федоров и др., 1980; Василев и др., 1991). Един от тях допуска аналогия между масата на твърдо тяло и мощността ( $P_i$ ) на активните товари. При неравномерно разпределяне на товарите, координатите  $X_0$ ,  $Y_0$  и  $Z_0$  на ЦЕТ може да се пресметнат по формулите [1,2,3]:

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n P_i} ; Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n P_i} ; Z_0 = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

където:  $x_i$ ,  $y_i$  и  $z_i$  са координатите на  $i$ -тия потребител. Третата координата  $Z_0$  може да се пренебрегне, ако е изпълнено условието:  $l \geq 1,5 \cdot h$ , където  $l$  е разстоянието между центровете на електрическите товари на цеха (промишленото предприятие), а  $h$  е разликата между котите им.

На фигура 1 е показана дължината на забоя  $l_{забой}$  за различните мини ("Трояново - 1", "Трояново - север", "Трояново - 3"). Както за добивните така и за откривните хоризонти тя е различна. За случая е прието дължина  $l_{забой} = 3,5$  km. Широчината на хоризонта (стъпалото) е от 300 до 900 m. Приета е широчина 500 m. Разположението на ГЛТ зависи от габаритните размер на добивните машини. Можем да приемем, че е разположен на 350 m от началото на хоризонта, като разстоянието между задвижващите станции е 1000 m. Роторните багери могат да заемат различни позиции на откривния хоризонт: двата близо един до друг в ляво и дясно на забоя, един до друг в средата на забоя, единият в ляво а другият в дясно на забоя, единият в края на забоя, а другият в неговото начало. Освен това те напредват непрекъснато и по посока на хоризонта. Независимо от това, тяхно движение по дължината на забоя и широчината на хоризонта, не оказва влияние върху положението на ЦЕТ. Това е така, защото на всеки един от багерите KR-710, ER-1200, ER-2000, ER-4000 върху кабелен барабан е навит захранващ кабел с дължина от 1,5 до 2,5 km т.е. загубата на напрежение и мощност в захранващия кабел на багера е винаги постоянна, без значение на положението му по дължината и широчината на участъка. Следователно центъра на електрическите товари ще зависи единствено от стационарно разположените задвижващи станции на ГЛТ в дадения участък.

От посочените данни в (Върбев, 2010) за инсталираните мощности на електрическите консуматори използвани в „Мини Марица изток“ ЕАД се вижда, че подвижните трансформаторни подстанции с мощност на силовия трансформатор от 10 MVA, могат да захранват два роторни багера ER-1200 и една задвижваща станция на ГЛТ - 2250 (4000 kW). Възможни са и други комбинации. За да бъдат минимални загубите на мощност и електроенергия в електрическата мрежа и да се облекчи пускането на най-мощният консуматор, е необходимо подвижната подстанция да е възможно най-близо до задвижващата станция на ГЛТ, която тя захранва. Такава ситуация е показана на фигура 2. В случая това е задвижваща станция 1.



Фиг. 2. Електрозахранване на откритен хоризонт по схемата "дълбок въвод"

В редактирания от Дагряева справочник (1988) е показана методика за определяне на стъпката на придвижване на подвижни трансформаторни подстанции по минимални приведени разходи. Поради липса на данни за различни икономически показатели, използвани в тази методика, стъпката на преместване на подвижната подстанция ще определим в зависимост от напредването

на добивните или откривните работи. С напредването на забоя, от технологична гледна точка, е необходимо да бъде преместен и ГЛТ. Това ще наложи със същата стъпка да бъде преместена и подстанцията. Месечно приблизително забоя напредва с от 25 до 30 m., т.е. с толкова ще се премества и подстанцията. За една година стъпката на преместване на подстанцията ще бъде от 250 до 350 m.

## Заклучение

В заключение може да се каже, че ЦЕТ за откритите мини на „Мини Марица изток“ ЕАД зависи от стационарните електрически товари. За да са минимални загубите на мощност и електроенергия е необходимо подвижната подстанция да е по-близо до задвижващата станция, която се захранва от нея. Поставянето на подвижната подстанция на борда на мината довежда до нарастване на загубите. Стъпката на преместване на подстанцията

зависи от напредването на добивните или откривните работи.

## Литература

- Анев. Г. 1991. Електрически подстанции и релейни защиты, София, ПБ МНП.
- Федорова А. А., Г. В. Сербиновского. 1980. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. М. Энергия.
- Василев. Н., С. Т. Сидеров. 1991. Електроснабдяване на промишлени предприятия. С., Техника.
- Справочник энэргетика карьера. Галубев. В. А., и др. 1986. М., Недраг.
- Справочник по електроустановкам угольных предприятий. под общей ред. На В. В. Дегярева. М. Недра, 1988.
- Върбев. Т. 2010. Захранване на електрически консуматори в „Мини Марица изток“ ЕАД с подвижни подстанции. Гдишник на МГУ, том III.