

## ОПРЕДЕЛЯНЕ ПЕРИОДИЧНОСТТА НА ПРОВЕРКА НА АПАРАТИ ЗА ЗАЩИТА ОТ УТЕЧКИ В ПОДЗЕМНИ ВЪГЛИЩНИ РУДНИЦИ

*Евтим Кърцелин, Ангел Зъбчев, Румен Исталиянов, Петър Петров*

МГУ "Св. Иван Рилски" 1700, София E-mail: [el\\_emp@mgu.bg](mailto:el_emp@mgu.bg)

**РЕЗЮМЕ:** В доклада е обоснован и предложен метод за оценка и предложен метод за оценка и повишаване на безопасността при използване на електрическата енергия в подземни въглищни рудници чрез оптимизиране периодичността на проверка на апаратите за защита от утечки.

### DETERMINING THE PERIODICITY OF APPARATUSES CONTROL FOR PROTECT FROM LEAKS IN COAL UNDERGROUND MINE

 *Evtim Kartcelin, Angel Zubchev, Rumen Istalijanov, Petar Petrov*

*University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, email: [el\\_emp@mgu.bg](mailto:el_emp@mgu.bg)*

**ABSTRACT:** A method of an assessment and improving of safety by electrical energy using is grounded and offered through the optimization periodicity of the apparatuses control from leaks in a coal underground mine.

Развитието и усъвършенстването на техниката и технологиите е съпроводено с увеличаване на броя на потенциално опасните производства. Доказателство за тази неблагоприятна тенденция е абсолютното нарастване на броя и тежестта на аварияте и катастрофите. Размера на загубите и пораженията в резултат на техногенни аварии и катастрофите са вече съизмерими с природните бедствия и катастрофи: наводнения, земетресения, тайфуни и др.

Тази тенденция се наблюдава не само в глобален мащаб в областта на техносферата като цяло, но е присъща и на отделни промишлени отрасли в развитите страни.

Използването на електрическата енергия при подземния добив на въглища се явява изключително голяма потенциална опасност за възникване на пожари и експлозии в подземния рудник, а също така и за поражение от електрически ток на подземните работници, обслужващи електрообзавеждането или работещи с електрифицирани машини.

Използваните понастоящем организационни мероприятия за осигуряване на безопасност и надеждност на технологични обекти при тяхната експлоатация се оказват недостатъчни. За рязко намаляване броя на аварияте във въглищната промишленост по причина на електрическия ток е необходим нов качествен скок в разработването на научните основи, методи и технически решения, с използването на които е възможно да се предотврати в процеса на експлоатация на рудничното електрообзавеждане такива случайни събития, каквито са експлозията, пожара, продължителното прекъсване на електроснабдяването и случаите на поражение на хора от електрически ток.

При проектиране на електроснабдителните системи на подземни въглищни рудници не се извършва количествена оценка за надеждността и безопасността и целенасочено не се разработват необходимите решения за тяхното повишаване още през етапа на проектирането. Такъв подход не позволяват да се проектират надеждни и безопасни енергийни обекти.

Анализът на опита и решения в различни промишлено развити страни за повишаване надеждността и безопасността на технически изделия и системи показва, че само с отделни решения е невъзможно на съвременния етап да се създават безопасни и високонадеждни обекти. Необходим е принципно нов, системен (комплексен) подход към проблема за създаването на обекти с нормирана надеждност и безопасност. Основната концепция на системния подход за осигуряването на висока надеждност и безопасност на енергийни обекти гласи: нивото на надеждност и безопасност се определя при проектирането, осигурява се при изготвянето (монтажа) на обекта и се поддържа в процеса на експлоатация.

На всеки етап са присъщи и специфични методи и средства за осигуряване на нормативната надеждност и безопасност.

Ето защо твърде актуална се явява задачата за разработване на практически приложими методи за количествено определяне (прогнозиране) на надеждността и безопасността на енергийни обекти за отделните етапи на жизнения им цикъл.

В доклада е разгледан въпроса за повишаване безопасността (намаляване на риска) при експлоатация на рудничното електрообзавеждане чрез оптимизация на периода за проверка на апаратите за защита от утечки.

За построяване на математичен модел за определяне периодичността на проверка  $t_{np}$  на апарати за защита от утечки се приемат следните допускания:

- защитата през времето на профилактиката е безотказна;
- времето, през което защитата се намира в неработоспособно състояние може да се определи само в резултат на проверка;
- проверките са абсолютно надеждни;
- продължителността на проверката  $\theta$  на РУ е много малко в сравнение с интервала от време между две проверки  $t_{np}$ , т.е.  $\theta \ll t_{np}$ .

Процесът на изменение състоянието на схемата за защита се означава с

$x(t)$ . Приема се, че  $x(t)$  приема само две стойности: 0 и 1. При  $x(t) = 0$  се приема, че схемата се намира в работоспособно състояние, а при  $x(t) = 1$  - в неработоспособно състояние.

Функцията  $x(t)$  се разглежда като случайна функция, която във времето се изменя по следния начин. Съществуват редуващи се интервали от време с различна (случайна) продължителност  $\xi_0^{(o)}, \xi_1^{(o)}, \xi_2^{(o)} - \dots - \xi_i^{(o)} \dots \dots \dots \xi_n^{(o)}$ , в които  $x(t) = 0$ , и  $\xi_0^{(1)}, \xi_1^{(1)}, \xi_2^{(1)} - \dots - \xi_i^{(1)} \dots \dots \dots \xi_m^{(1)}$ , в които  $x(t) = 1$ . В интервалите от време  $\xi_i^{(o)}$  схемите за защита са безопасни, а при  $\xi_j^{(1)}$  - в опасно състояние.

Приема се, че  $\xi_i^{(o)}$  имат едно и също разпределение

$$F(t) = P\{\xi_i^{(o)} < t\} = 1 - e^{-\lambda_o t} \quad (1)$$

където:  $\lambda_o$  - параметър на експоненциалното разпределение.

Параметърът  $\lambda_o$  се определя без основа на експериментални данни по формулата

$$\lambda_o = \frac{n}{N \cdot t} \quad (2)$$

където:  $N$  - брой на еднотипните защиты (РУ), подложени под наблюдение;  $n$  - брой на отказалите защиты за времето на наблюдение  $t$ . Всички стойности на  $\xi_i^{(o)}$  и  $\xi_j^{(1)}$  са взаимно независими.

Поставя се следната задача: при известни стойности на параметъра  $\lambda_o$  и на продължителността на една проверка  $\theta$ , да се определи такава периодичност на проверките на схемите за защита,  $t_{np}$ , при която средното време, през което защитата ще се намира в неработоспособно състояние ще бъде минимално.

Разглежда се работата на защита между две проверки. С вероятност

$$P(t) = e^{-\lambda_o t} \quad (3)$$

в момента  $t$  схемата на защитата ще се намира в безопасно състояние, а с вероятност

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda_o t} \quad (4)$$

в момента  $t$  - в опасно състояние.

Средното време за безотказна работа на защитата в интервала от  $t = 0$  до  $t = t_{np}$  се определя с израза

$$T = \int_0^{t_{np}} [1 - F(t)] dt \quad (5)$$

След подходящо математическо преобразуване на (5) за  $t_{np}$  се получава следния израз

$$t_{np} \cong \sqrt{\frac{2\theta}{\lambda_o}} \cong \sqrt{2\theta \bar{d}} \quad (6)$$

Формула (6) може да се представи и в следния вид

$$t_{np} \cong \sqrt{\frac{2\theta N t}{n}} \quad (7)$$

За условията на рудник "Бабино" на "Мини Бобов дол" ЕАД, гр. Бобов дол  $t_{np}$  ще се определи при следните условия: за една година  $t = 8760$  в експлоатация (под наблюдение) се намират 35 броя апарати за защита от утечки [4]. Средното време за една проверка на защитата е  $\theta = 0,034$  ч. За една година са регистрирани  $n = 11$  отказа.

По формула (7) се определя

$$t_{np} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,034 \cdot 35 \cdot 8760}{11}} = 43,5 \text{ часа}$$

Максималния интервал от време между проверките на апарата за защита от утечки на подземен въглищен участък при зададена степен на риск се определя по формулата

$$t_{np} = \frac{2\bar{d}_2 \cdot \bar{d}_3}{t_{np}} \sqrt{\frac{H\bar{d}_1 \cdot \bar{d}_4}{d_1}} \quad (8)$$

Определяне на максималния интервал от време между проверките на апарат за защита от утечки, при който се осигурява зададена степен на риска от поражение на човек от електрически ток при случайно допиране до корпуса на комутационен апарат за напрежение до 1000 в при следните изходни данни:

$\bar{d}_1 = 58 \text{ часа}$  - средна стойност на интервала от време при допиране на човек без индивидуални средства за защита до комутационен апарат;

$d_1 = 0,36 \text{ часа}$  - средна продължителност на допиране на човек до корпуса на комутационен апарат;

$\bar{d}_2 = 2980 \text{ часа}$  - средна стойност на интервала между откази на защитното заземяване;

$t_{np2} = 2160 \text{ часа}$  - максимален интервал от време за проверка на защитното заземяване на комутационен апарат;

$\bar{d}_3 = 10000 \text{ часа}$  - средна стойност на интервала от време между два отказа на апарата за защита от утечки;

$\bar{d}_4 = 2693 \text{ часа}$  - средна стойност на интервала от време за възникване корпусно съединение в комутационния апарат с напрежение до 1000 в;

$d_4 = 5,56 \cdot 10^{-6} \text{ часа}$  средна продължителност на съществуването на опасен източник;

$$H = 7,2 \cdot 10^{-8} \frac{1}{\text{год.}} = 8,22 \cdot 10^{-12} \frac{1}{\text{час}}$$

Замествайки изходните данни във формула (8) за  $t_{np. \text{ риск}}$  се получава:

$$t_{np. \text{ риск}} = \frac{2.2980.10000}{2160} \sqrt{\frac{8,22 \cdot 10^{-12} \cdot 58.2693}{0,364}} = 59 \text{ часа}$$

#### Изводи:

1. Теоретичната основа за оценка на електробезопасността в подземните въглищни руднични е свързана с представянето на пораженията от електрически ток като случаен процес на съвпадане на редица опасни състояния на електрообзавеждането и от опасното поведение на хората.

Препоръчана за публикуване от катедра "Електрификация на минното производство", МЕМФ

2. Подлежат на отчитане и използване в изчисляване нивото на електробезопасност (степен на риска) на следните опасни фактори: възникване на земни съединения; отваряне на комутационни и електрически апарати под напрежение; оголване жила на кабели; отказ на апаратите за защита; допиране на човек до металния корпус на електрически апарати, допиране до тоководещи части.
3. Съгласно действащите нормативи [1] изправността на апаратите за защита от утечки трябва да се проверява в началото на всяка смяна т.е. през 8 часа.

Този режим на периодична проверка е съпроводен със следните съществени недостатъци:

По отношение на опасността от газ метан и въглищен прах рудник "Бабино" е "свръхкатегория". Всяко изключване на електрозахранването като резултат от проверката работоспособността на апаратите за защита от утечки води до нарушаване на вентилационния режим на подземния рудник.

"Нормативно планираното" нарушаване вентилационния режим на рудник "свръхкатегория" по газ метан и въглищен прах, и то всяка смяна до 35 пъти е недопустимо.

4. Провеждане целенасочено изследване и определяне на редица показатели за надеждност на апаратите за защита от утечка при експлоатационни условия в рудник "Бабино" ще осигури информация за определяне на интервал за проверка на работоспособността на апаратите за защита от утечки, например един път седмично, и то в почивни дни.

#### Литература

1. Правилник по безопасността на труда в подземните въглищни рудници. (В-01-01-01). Том 1 и 2. Комитет по енергетика, София, 1992.
2. Аппараты защиты от токов утечки рудничные для сегай напрежением до 1200 в. Общие технические условия. ГОСТ 22929-70.
3. Аппарат защиты от токов утечки унифицированный рудничный АЗУР. ПАСПОРТ.
4. Кърцелин Е.Р. и др. Електроснабдяване на подземни въглищни рудници за механизирани добив на въглища. Год. на МГУ "св.Иван Рилски", Том 46, 2003.

