

27.eDEHN Parametry LPS

Ing. Jiří Kutáč, Ph.D., DEHN s.r.o. (jiri.kutac@dehn.cz)

Jiří Kroupa, zastoupení pro Slovensko (jiri.kroupa@dehn.sk)

Pro návrh ochrany před bleskem je zásadní navrhnout ochranu podle níže uvedených parametrů bleskových proudů ze souboru norem ČSN EN 62305 ed.2. Těmi jsou:

- Vrcholová hodnota bleskového proudu

bleskové proudy si lze představit jako proudy z ideálního zdroje proudu. Pokud poteče bleskový proud vodivými částmi, vznikne úbytek napětí v závislosti na vrcholové hodnotě bleskového proudu a na impedanci vodivých částí. Zjednodušeně můžeme tuto souvislost popsat Ohmovým zákonem:

$$U = I \cdot R$$

- Náboj bleskového proudu

Náboj bleskového proudu se skládá z impulzního náboje a náboje oblasti dlouhého proudu.

Náboj bleskového proudu

$$Q = \int i \cdot dt$$

- Strmost bleskového proudu

Strmost bleskového proudu vzniklá v průběhu intervalu $\Delta i / \Delta t$ určuje velikost elektromagneticky indukovaných napětí. Tato napětí se indukují do všech otevřených nebo uzavřených instalačních smyček, které se nacházejí v blízkosti svodů hromosvodu. Během intervalu Δt je indukované obdélníkové napětí U v instalační smyčce:

$$U = M \cdot \Delta i / \Delta t$$

- Elektrodynamické síly F

vznikají mezi vodiči při jejich vzájemném paralelním souběhu.

$$F(t) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot i^2(t) \cdot \frac{l}{d}$$

Bleskový proud může vyvinout tyto účinky:

- Tepelné;
- Mechanické;
- Elektrodynamické;
- Kombinované;
- Jiskření;
- Elektromagnetické;
- Vysokonapěťové.

- Tepelné účinky;

Tepelné účinky bleskového proudu jsou spojeny průchodem tohoto proudu vodiči LPS a dány průřezem, elektrickým odporem vodičů LPS a vrcholovou hodnotou proudu. Tepelné účinky se rovněž vztahují k teplu generovanému v patě oblouku v místě úderu a ve všech oddělených částech LPS zasažených rozvojem oblouku (například jiskřiště). V místě úderu blesku může nastat tavení materiálu a eroze.

- **Mechanické účinky;**

Mechanické účinky způsobené bleskovým proudem závisí na vrcholové hodnotě a době trvání proudu stejně jako na pružnostních charakteristikách zasažené mechanické konstrukce.

- **Účinky elektrodynamických sil**

Elektrodynamická síla je úměrná čtverci okamžitého proudu $I(t)^2$. Nejdůležitějšími parametry jsou vlastní mechanický kmitočet (spojený s pružnostními vlastnostmi konstrukce LPS) a trvalá deformace konstrukce LPS (spojená s plastickými vlastnostmi). Kromě toho je v mnoha případech velmi významný také účinek sil tření v rámci konstrukce LPS. Elektrodynamické síly F vznikají mezi vodiči při jejich vzájemném paralelním souběhu nebo vzájemném přiblížení.

- **Kombinované účinky;**

V praxi vznikají tepelné a mechanické účinky současně. Větší škoda může nastat, je-li ohřátí materiálu součástí (tyčí, svorek atd.) dostatečné pro změkčení materiálů. V extrémních případech se může vodič explozivně roztavit a způsobit značnou škodu na okolní konstrukci.

- **Jiskření;**

Ve většině praktických případů není jiskření pro součásti LPS důležité. Jiskření se stává důležitým pouze v hořlavých prostředích. Jsou rozeznávány dva druhy jiskření: tepelné a napěťové jiskření.

Tepelné jiskření nastane, když je velmi vysoký proud nucen procházet přes ostré okraje uvnitř spojky, je-li tlak na rozhraní příliš nízký. Intenzita tepelného jiskření je spojena se specifickou energií, a proto nejkritičtější fází blesku je první zpětný výboj.

Napěťové jiskření nastává tam, kde je proud nucen použít stočené dráhy, například uvnitř spojky, když napětí indukované v takové smyčce přesáhne průrazné napětí mezi kovovými částmi. Indukované napětí je úměrné vlastní impedanci násobené strmostí bleskového proudu. Pro napěťové jiskření je proto nejkritičtější složkou blesku následný záporný výboj.

- **Elektromagnetické účinky.**

V důsledku průchodu bleskového proudu vodiči LPS, vzniká v jeho okolí magnetické pole, které má stejný tvar vlny. Bleskový proud se může skládat z prvního výboje I_f o tvaru vlny 10/350 μs a následných výbojů I_s o tvaru vlny 0,25/100 μs . Proud prvního výboje I_f generuje magnetické pole H_f a proudy následných výbojů I_s generují magnetická pole H_s .

Elektromagnetické induktivní účinky jsou hlavně způsobeny rostoucím čelem magnetického pole. Rostoucí čelo pole H_f může být charakterizováno tlumeným oscilačním polem 25 kHz s maximální hodnotou $H_{f/max}$ a časem do maximální hodnoty $T_{p/f}$ 10 μs . Stejným způsobem může být charakterizováno rostoucí čelo pole H_s tlumeným oscilačním polem 1 MHz s maximální hodnotou $H_{s/max}$ a časem do maximální hodnoty $T_{p/s}$ 0,25 μs .

Záznamy z minulých vysílání firmy DEHN naleznete na www.elektrika.cz/dehn

Otázky:

1. Která z norem se zabývá parametry blesku?

- A, ČSN EN 62305-2 ed.2
- B, ČSN EN 62305-1 ed.2

2. Která vlna simuluje působení bleskového proudu?

- A, 10/350 μ s
- B, 8/20 μ s

3. Která vlna simuluje působení indukovaného proudu?

- A, 8/20 μ s
- B, 10/350 μ s

4. Která vlna simuluje působení napětového účinku blesku?

- A, 8/20 μ s
- B, 1,2/50 μ s

5. Jaké je maximální rozpětí bleskových proudů z norem ČSN EN 62305 ed.2?

- A, 3 kA až 200 kA
- B, 16 kA až 100 kA

Nápad na další téma?

Odpovědi na jiri.kutac@dehn.cz