

FYZIKÁLNE VELIČINY

1. Intenzita elektrického poľa E je vektorová veličina.

Intenzita elektrického poľa E je rovná vektoru sily F elektrického poľa pôsobiacej na bodový elektrický náboj Q delenému veľkosťou q tohto náboja:

$$E = F/Q$$

Symbol: E

Jednotka SI: volt na meter (V/m)

POZNÁMKA: Pri poliach, ktoré sa v čase periodicky menia a ktorých priebeh je možné popísať ako sínusový, vektor elektrického poľa buď osciluje pozdĺž pevnej priamky (lineárna polarizácia), alebo sa otáča a opisuje elipsu.

Pretože priebeh elektrického poľa narušujú blízke elektricky vodivé predmety vrátane osôb, je potrebné expozičnú situáciu charakterizovať neporušeným elektrickým poľom, teda poľom, aké by v určenom mieste bolo bez prítomnosti osôb a bez prechodne umiestňovaných alebo prenosných predmetov.

Je potrebné rozlišovať medzi intenzitou okolitého elektrického poľa E_o a intenzitou elektrického poľa E_i , ktoré sa nachádza v tele (in situ) osoby v dôsledku expozície okolitému elektrickému poľu.

2. Elektrický náboj Q je príslušná veličina iskrového výboja.

Elektrický náboj Q , elektrické množstvo, je časový integrál striedavého elektrického prúdu.

Symbol: Q

Jednotka SI: coulomb (C)

3. Magnetická indukcia B je vektorová veličina.

Magnetická indukcia B je vektorová veličina popisujúca pole, ktoré na elektrický náboj Q pohybujúci sa rýchlosťou v pôsobí silou F rovnou:

$$F = Q \cdot (v \times B)$$

Symbol: B

Jednotka SI: tesla (T)

POZNÁMKA: Pri poli, ktoré sa v čase periodicky mení a ktorého priebeh je možné popísať ako sínusový, vektor magnetického poľa buď osciluje pozdĺž pevnej priamky, alebo sa otáča a opisuje elipsu.

4. Intenzita magnetického poľa H je vektorová veličina.

Intenzita magnetického poľa H je rovná vektoru hustoty magnetického toku B delenému permeabilitou prostredia μ :

$$H = B/\mu$$

Symbol: H

Jednotka SI: ampér na meter (A/m)

POZNÁMKA: Pri popise biologických efektov spôsobených magnetickým poľom sa namiesto intenzity magnetického poľa častejšie používa magnetická indukcia. Vo vákuu a prakticky vo všetkých biologických objektoch sa tieto veličiny líšia len multiplikatívnou konštantou: pomer B/H medzi magnetickou indukciou a intenzitou magnetického poľa toku je rovný permeabilite

vákua $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ henry na meter (H/m). Vo feromagnetických materiáloch sa však pomer $\mathbf{B}/\mathbf{H}$ od permeability vákua líši aj o niekoľko rádov.

Pri poli, ktoré sa v čase periodicky mení a ktorého priebeh je možné popísať ako sínusový, vektor magnetického poľa buď osciluje pozdĺž pevnej priamky, alebo sa otáča a opisuje elipsu.

Vo voľnom priestore a v biologických materiáloch sa magnetická indukcia a intenzita magnetického poľa môžu vzájomne zamieňať s použitím ekvivalencie intenzity magnetického poľa $\mathbf{H} = 1$ A/m s magnetickou indukciou $\mathbf{B} = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T (približne 1,25 mikrottesla).

5. **Končatinový elektrický prúd I_L** je prúd v končatinách osoby exponovanej elektromagnetickým poliam vo frekvenčnom rozsahu od 10 MHz do 110 MHz v dôsledku jej kontaktu s predmetom v elektromagnetickom poli alebo prúdenia kapacitných prúdov indukovaných v exponovanom tele.

Symbol: I_L
Jednotka SI: ampér (A)

6. **Kontaktný elektrický prúd I_c** je prúd tečúci telom osoby pri kontakte s vodivým predmetom, ktorý je v elektrickom poli alebo v striedavom magnetickom poli.

Symbol: I_c
Jednotka SI: ampér (A)

POZNÁMKA: Ustálený kontaktný elektrický prúd vznikne, ak je osoba v stálom kontakte s predmetom v elektromagnetickom poli. Pri vzniku takéhoto kontaktu môže prísť k iskrovému výboju so súvisiacimi prechodovými prúdmi.

7. **Indukovaný elektrický prúd I_i** je prúd tečúci telom v dôsledku priamej expozície osoby elektrickému poľu alebo striedavému magnetickému poľu.

Symbol: I_i
Jednotka SI: ampér (A)

8. **Pointingov vektor $\mathbf{S}$** je vektorový súčin intenzity elektrického poľa $\mathbf{E}$ a intenzity magnetického poľa $\mathbf{H}$.

Veľkosť Pointingovho vektora je hustotou toku výkonu, teda ide o výkon prenášaný elektromagnetickou vlnou cez jednotkovú plochu kolmú na smer šírenia vlny:

$$\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{H}$$

Symbol: $\mathbf{S}$
Jednotka SI: watt na meter štvorcový (W/m²)

POZNÁMKA: Pri rovinnej elektromagnetickej vlne je možné hustotu žiarivého toku určiť z intenzity $\mathbf{E}$ elektrického poľa alebo z intenzity $\mathbf{H}$ magnetického poľa alebo z magnetickej indukcie $\mathbf{B}$ s použitím impedancie vákua (377 Ω). Platí

$$\mathbf{S} = \mathbf{E}^2/377 = 377 \cdot \mathbf{H}^2 = \mathbf{E} \cdot \mathbf{H} = (\mathbf{E} \cdot \mathbf{B})/\mu$$

$\mathbf{E}$ a $\mathbf{H}$ sú v jednotkách V/m alebo A/m, $\mathbf{B}$ v jednotkách T, $\mathbf{S}$ je vo W/m².

9. **Hmotnostná absorbovaná energia SA** je energia absorbovaná jednotkovou hmotnosťou telesného tkaniva.

Hmotnostná absorbovaná energia je podiel diferenciálneho množstva energie dW a diferenciálneho množstva látky dm obsiahnutého v objemovom elemente

dV s hustotou látky ρ

$$SA = \frac{dW}{dm} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{dW}{dV}$$

Symbol: SA

Jednotka SI: joule na kilogram (J/kg)

POZNÁMKA: V tomto nariadení vlády sa používa na ustanovenie limitov pre účinky impulzného mikrovlnného žiarenia.

10. **Hmotnostný absorbovaný výkon** SAR je časová derivácia podielu diferenciálneho množstva energie dW a diferenciálneho množstva látky dm obsiahnutej v objemovom elemente dV s hustotou látky ρ

$$SAR = \frac{d}{dt} (dW/dm) = \frac{d}{dt} (1/\rho) \cdot (dW/dV)$$

Symbol: SAR

Jednotka SI: watt na kilogram (W/kg)

Merný absorbovaný výkon je možné vyčísliť podľa týchto rovnocenných vzorcov:

$$SAR = (\sigma \cdot E_i^2)/\rho \quad (1)$$

$$SAR = c_i \cdot (dT/dt) \quad (2)$$

$$SAR = J^2/(\rho \cdot \sigma) \quad (3)$$

kde

E_i – intenzita elektrického poľa vnútri telesného tkaniva vo voltoch na meter (V/m),

σ – elektrická vodivosť telesného tkaniva v siemensoch na meter (S/m),

c_i – merná tepelná kapacita telesného tkaniva v jouleoch na kilogram na stupeň Celsia ($J/kg \cdot ^\circ C$),

(dT/dt) – časová derivácia teploty v telesnom tkanive v stupňoch Celsia za sekundu ($^\circ C/s$),

J – indukovaná prúdová hustota v telesnom tkanive v ampéroch na meter štvorcový (A/m^2).

POZNÁMKA: Vzťahy (1) a (2) sa používajú pre vyššie frekvencie ($f > 10$ MHz). Pri vyšších frekvenciách je potrebné vziať do úvahy aj priamy (netepelný) vplyv indukovanej prúdovej hustoty J na procesy v telesnom tkanive a pri porovnávaní expozície s limitnou hodnotou alebo započítať súčasne SAR a indukovanú prúdovú hustotu.

Hmotnostný absorbovaný výkon spriemerovaný na celé telo osoby alebo časti tela osoby je rýchlosť, ktorou je energia absorbovaná jednotkovou hmotnosťou telesného tkaniva; vyjadruje sa vo wattoch na kilogram (W/kg). Hmotnostný absorbovaný výkon SAR celého tela osoby predstavuje široko akceptovanú veličinu na vytvorenie vzťahu medzi nepriaznivými tepelnými účinkami a vystavením rádiových frekvencií RF. Okrem celkového priemerného telesného hmotnostného absorbovaného výkonu SAR sú potrebné lokálne hodnoty hmotnostného absorbovaného výkonu SAR na vyhodnotenie a obmedzenie nadmerného ukladania energie v malých častiach tela osoby v dôsledku osobitných podmienok vystavenia. K príkladom takýchto podmienok patria: osoba vystavená rádiovým frekvenciám RF v nízkom pásme MHz (napríklad z dielektrických ohrievačov) a osoba vystavená poľu v blízkosti antény.

11. **Prúdová hustota** je intenzita elektrického prúdu prechádzajúceho kolmo k zvolenej ploche delená veľkosťou tejto plochy.

Symbol: J

Jednotka SI: ampér na štvorcový meter (A/m^2)

12. **Špičková hodnota** je maximálna hodnota časovo premennej veličiny (napríklad intenzity poľa alebo hustoty žiarivého toku) v určenom časovom intervale.

13. **Absolútna hodnota** je veľkosť vektora intenzity elektrického poľa $\mathbf{E}(t)$ v okamihu t ; je definovaná vzťahom

$$E(t) = |\mathbf{E}(t)| = [\mathbf{E}_x^2(t) + \mathbf{E}_y^2(t) + \mathbf{E}_z^2(t)]^{1/2}$$

$E_x(t)$, $E_y(t)$ a $E_z(t)$ sú okamžité hodnoty pravouhlých zložiek časovo premenného vektora $\mathbf{E}(t)$ elektrického poľa. Rovnaký vzťah platí pre vektor hustoty magnetického toku $\mathbf{B}(t)$ a pre akúkoľvek inú vektorovú veličinu.

14. **Efektívna hodnota** je efektívna hodnota E_{eff} intenzity elektrického poľa a efektívna hodnota B_{eff} hustoty magnetického toku na určenom mieste je rovná odmocnina z časového priemeru kvadrátu intenzity poľa $\mathbf{E}(t)$ a kvadrátu magnetickej indukcie $\mathbf{B}(t)$ cez periódu:

$$E_{eff} = [(1/T) \cdot \int_t^{t+T} \mathbf{E}^2(t) \cdot dt]^{1/2}$$

$$B_{eff} = [(1/T) \cdot \int_t^{t+T} \mathbf{B}^2(t) \cdot dt]^{1/2}$$

Rovnaký vzťah sa použije pre výpočet efektívnej hodnoty elektrického prúdu a efektívnej hodnoty prúdovej hustoty.

Efektívna hodnota S_{eff} hustoty toku výkonu je časový priemer hustoty toku výkonu cez periódu:

$$S_{eff} = (1/T) \cdot \int_t^{t+T} S(t) \cdot dt$$

kde

$T = 1/f$ je perióda príslušnej oscilujúcej veličiny.