

24. Meranie vlhkosti materiálov pomocou neutrónov

1. Všeobecná časť

Pri prechode neutrónov látkou sa znižuje ich tok vplyvom absorpcie a rozptylu, a to tým viac, čím je väčší účinný prierez σ nuklidov v látke interagujúcich s neutrónmi. Celkový účinný prierez σ je súčtom účinného prierezu σ_a pre absorpciu a σ_r pre rozptyl. Záleží len na interagujúcom prostredí, ktorý z procesov (absorpcia alebo rozptyl) bude prevládať a viacej prispievať k celkovému účinnému prierezu.

Ak v interagujúcom prostredí dochádza k viacnásobnému pružnému rozptylu, potom neutróny strácajú energiu, čiže sa spomaľujú a z rýchlych neutrónov sa stávajú pomalé. Spomaľovanie neutrónov je charakterizované priemerným logaritmickým dekrementom energie na zrážku:

$$\xi = \ln \frac{E_1}{E_2} \quad (24.1)$$

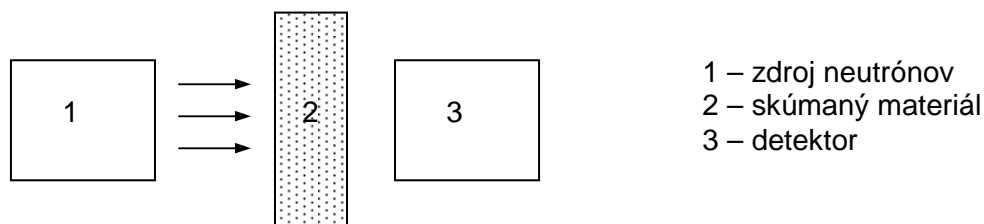
kde E_1 je stredná energia neutrónu pred zrážkou a E_2 po zrážke. Hodnotu ξ môžeme vyjadriť aj pomocou hmotnostného čísla A spomaľujúceho prostredia vzťahom:

$$\xi = 1 + \frac{(A-1)^2}{2A} \ln \frac{A-1}{A+1} \quad (24.2)$$

Zo vzťahu (24.2) možno zistiť, že ξ sa narastaním hmotnostného čísla znižuje. To znamená, že najväčšiu hodnotu má ξ pre vodík.

Základom metódy merania vlhkosti pomocou neutrónov je spomalenie rýchlych neutrónov prechádzajúcich daným materiálom na tepelné. Toto spomalenie je najefektívnejšie pri pružných zrážkach neutrónov s jadrami vodíka. Počet tepelných neutrónov vychádzajúcich z materiálu a registrovaných detektorom tepelných neutrónov je určený obsahom vody, ak materiál neobsahuje inak viazaný vodík ako vo vode. Hodnoty neutrónového toku prakticky nezávisia od zrnitosti meraného materiálu, jeho elektrickej vodivosti, dielektrickej konštanty a iných fyzikálnych parametrov. Princíp merania vlhkosti materiálu je znázornený na obr. 24.1. Tok rýchlych neutrónov emitovaných zo zdroja (1) prechádza cez skúmaný materiál (2) obsahujúci jadrá vodíka. V procese pružných zrážok rýchlych neutrónov s jadrami skúmaného materiálu sa rýchle neutróny spomaľujú, čím dochádza ku vzniku pomalých neutrónov. Na detektor (3) dopadajú pomalé i nespomalené rýchle neutróny. Pri

rovnakých geometrických podmienkach sa zväčšovanie vlhkosti skúmaného materiálu prejaví zvýšením počtu tepelných neutrónov a znížením počtu rýchlych neutrónov. Z merania zmeny početnosti pomalých neutrónov môžeme potom stanoviť vlhkosť skúmaného materiálu. Ako zdroj rýchlych neutrónov sa používa (Am – Be) zdroj s emisiou približne 10^6 n/s. Na detekciu tepelných neutrónov použijeme scintilačný detektor so sklenným scintilátorom s obsahom ^6Li . Na registráciu impulzov použijeme jednakanálový analyzátor.



Obr. 24.1: Schematické znázornenie merania vlhkosti.

Vlhkosť W vyjadrenú v objemových percentách vypočítame podľa vzťahu:

$$W = W_0 + \frac{V_{H_2O}}{V_S + V_{H_2O}} 100\% \quad (24.3)$$

kde W_0 je počiatková vlhkosť, V_S je objem suchého materiálu a V_{H_2O} je objem vody.

2. Zadanie a postup merania

- 1) Oboznámte sa so zariadením na meranie vlhkosti pomocou neutrónov.
- 2) Nastavte jednakanálový analyzátor na optimálnu registráciu tepelných neutrónov.
- 3) Zmerajte početnosť neutrónov po prechode suchým pieskom s objemom 1 liter.
- 4) Zmerajte postupne početnosť pre 5, 10, 15, 20, 25 a 30 % vlhkosť piesku. Každé meranie opakujte dvakrát a vypočítajte strednú hodnotu početnosti neutrónov.
- 5) Zostrojte kalibračnú krivku – závislosť početnosti neutrónov od vlhkosti piesku.
- 6) Určite neznámu vlhkosť danej vzorky piesku.
- 7) Určite chybu merania.