

Posudek disertační práce

Uchazeč Ing. Jan Crha

Název disertační práce Development of microstructured scintillators for high-resolution neutron imaging of construction materials

Studijní program Civil Engineering, Physical and Material Engineering

Školitel doc. Ing. Pavel Trtík, Ph.D., doc. Ing. Karel Trtík, CSc.

Oponent doc. Ing. Ondřej Vopička, Ph.D.

e-mail vopickao@vscht.cz

Aktuálnost tématu disertační práce

komentář: Aktuálnost řešených témat autor velmi přehledně komentuje zejména v Úvodu (General introduction). Autor přispívá k aktuálnímu stavu poznání optimalizací konstrukce a složení scintilačních detektorů neutronového a popisu jejich funkce záření zejména s cílem zvýšení prostorového rozlišení, citlivosti a rychlosti odezvy potřebné pro neutronové zobrazování. Vedle toho se autor přispěl k rozvoji metod vedoucích ke zpřesnění měření lineárního atenuačního koeficientu vody pro neutrony, což podporuje další rozvoj metod studia interakce vody a stavebních konstrukcí.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Splnění cílů disertační práce

komentář: Cíle implicitně definované v disertační práci (zejm. oddíly Abstract, Summary & General Discussion) považují za splněné, na základě dosažených výsledků byly učiněny vize dalšího vývoje (Outlook).

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Metody a postupy řešení

komentář: Autor používal metody odpovídající, pokud je mi známo, současnému stavu poznání. V kapitole 1 (Chapter 1) je popsán popis přípravy scintilačních okének s použitím metody depozice atomových vrstev iridia (ALD) a dříve na pracovišti vyvinuté metody přípravy okének na bázi terbiem dopovaného Gd₂O₂S; u takto připravených okének byla nalezeno podstatné zlepšení konverze neutronového záření na záření viditelné oproti referenčnímu materiálu bez použití ALD. Vedle toho autor prokázal schopnost popisu relevantních dějů v připravených strukturách s použitím algoritmů CASINO a GEANT4; pokud dokáží posoudit, použití metod přípravy okének a implementace příslušných algoritmů nebyly triviální. Autor charakterizoval vlastnosti připravených scintilačních okének, identifikoval vlivy přídavku iridiové vrstvy (omezení šíření IC elektronů v podložce, odraz světla) a formuloval vizi budoucího vývoje ve smyslu nanášení strukturovaných scintilačních vrstev a přípravy mikrokanálek za účelem zlepšení prostorového rozlišení.

V kapitole 2 (Chapter 2) autor demonstruje přínos použití korekce na rozptyl neutronů vodou a detekčním systémem Neutronového mikroskopu na zařízení POLDI ve smyslu zpřesněného určení lineárního atenuačního koeficientu vody, což bylo vedle provedení a vyhodnocení série experimentů zřejmě spojeno s výrobou a optimalizací měřicí aparatury.

V kapitole 3 (Chapter 3) autor popisuje přípravu a charakterizaci scintilátorů na bázi LiF/ZnS(Ag).

což bylo zřejmě spojeno s rozsáhlou experimentální činností ve smyslu přípravy vrstvených struktur scintilačních materiálů a jejich modelování (Geant4). Vrstvením scintilačních materiálů [LiF, ZnS(Ag)] bylo dosaženo zvýšení účinnosti převodu neutronového záření na fotony oproti základnímu uspořádání uvedených materiálů. V práci je diskutována souvislost mezi vrstvnatou strukturou scintilačních okének a jejich prostorového rozlišení, jsou formulovány vize dalšího vývoje.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Výsledek disertace - konkrétní přínosy disertanta

komentář: Autor (disertant) zřejmě realizoval sérii časově značně náročných experimentů a implementoval relevantní výpočetní postupy, na úrovni, která je, pokud je mi známo, odpovídající současnému stavu poznání a technických možností.

Přínosy autora odpovídají komentářům v oddílu výše (Metody a postupy řešení). V práci není explicitně uvedena míra autora na pracích uvedených v kapitolách 1-3 (Chapter 1-3), lze ale předpokládat, že zásadně přispěl ke všem popsaným výsledkům (v Chapter 1-3 je prvním autorem).

Dovoluji si dále zmínit, že autor je zřejmě schopen cíleně provádět časově náročné experimenty, provádět pokročilé výpočty a přesně pracovat s toxickými (LiF, sloučeniny Gd, organokovové sloučeniny) a radioaktivními materiály.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

komentář: Pro praxi má zřejmý význam ve smyslu zpřesňování metod neutronového zobrazování materiálů relevantních pro stavebnictví, relevantních zejména pro studium jejich interakce s vodou. Práce obecně přispívá k rozvoji oboru neutronového zobrazování.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

komentář: Práce je členěna prole zvyklostí, v Úvodu jsou přehledně uvedeny širší souvislosti související se studovaným tématem. Celkově je práce psána velmi čtivě a nedostatky komentované v Připomínkách uvedených níže nezhoršují porozumění textu. V některých částech bych uvítal edukativní uvedení základních vztahů a definic, nikoli jen odkaz na literaturu, ve které je lze nalézt (viz Připomínky).

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Připomínky

Abstract:

- 1) "It is possible to produced them" (překlep)
- 2) "Simple solution to spatial resolution enhancement would be decreasing the thickness of scintillator screens as the spatial resolution is proportional to scintillator screen thickness." (měl autor vzhledem k textu na stranách 18 a 21 na mysli spíše ... inversely proportional to scintillator scene thickness?; analogicky v oddílu Abstrakt)
- 3) "of 5 μ m was maintained" (chybí mezera mezi hodnotou a jednotkou, podobně vícekrát na straně 40)

Abstrakt:

4) "lepší výkon, zejména prostorového rozlišení" (má být ..., zejména prostorové rozlišení?; slovo výkon je zřejmě použito v přeneseném významu)

Strana 14:

5) na této straně jsou jednotky psány skloněným písmem (což není obvyklé), ve zbytku práce (až na rovnici na straně 40 a údajů o intenzitě neutronového paprsku a proudu protonů na terč na straně 41) jsou správně psány stojatým písmem.

6) "and x [m] is the width of the target" (nekonzistence jednotek ve smyslu rovnice nad tímto textem, pro Σt je výše uvedena jednotka cm^{-1})

7) Rovnice nejsou číslovány.

Strana 15:

8) Základní vztahy vystihující dualismus neutronu jsou popsány větou "For example, a thermal neutron energy is set at 0.0253 eV which corresponds to velocity 2200 m/s and wavelength 0.18 nm (=1.8 Å).[18]" (Podle mého názoru by bylo vhodné uvést také příslušné vztahy). Ve stejném odstavci je věta "... cold, thermal or fast neutron energies following ..." (Podle mého názoru by bylo vhodné uvést typické hodnoty energie).

9) Uvedená tabulka není číslována, chybí záhlaví tabulky.

10) V tabulce je uvedeno "Thermal neutron cross section [barn]". Pro tuto veličinu byl na straně 14 uveden symbol (σ), chybí definice jednotky barn ve smyslu jednotek používaných na straně 14.

11) "[22], [23]", "[24][25]" (Proměnlivá forma uvádění odkazů)

Strana 16:

12) "... regions were energy levels are so close..." (překlep?)

Strana 17:

13) "... Incident radiation loses..." (překlep)

Strana 18:

14) "... scintillators can be divided into a group of organic and inorganic compounds..." (divided into a group?)

15) "... deliberate alterations of scintillator..." (arbitrary?)

16) „ ... thinner layers of scintillation material results in lower ...“ (překlep)

17) „ ... approaches has been ...“ (překlep)

Strana 19:

18) "... emitted gamma particles..." (rays?)

19) "... By this reaction a triton (2.73 MeV) and an alpha ..." (tritium?)

Strana 21:

20) „ ... they still not outperform ...“ (do not?)

21) „... The first approach encompass solving the Boltzmann equation for neutron transport ...“ (encompasses?). Přestože jsou uvedeny odkazy na literaturu, uvítal bych uvedení a stručné komentování příslušné rovnice (např. ve smyslu jejích parametrů potřebných pro výpočet). Dále jsou ve stejném oddílu uvedeny přístupy založené na Monte Carlo metodě. Je tato metoda v uvedených simulačních algoritmech používána k řešení Boltzmannovy rovnice nebo jiných rovnic? Úplný rozbor uvedených algoritmů asi přesahuje rámec této práce, uvítal bych ale stručný komentář ve smyslu, jaké rovnice jsou řešeny.

Strana 22:

22) „ ... user to implement its own ...“ (his/her?)

Strany 26, 28

23) "The resulting substrates and uncoated control substrates were then deposited with $^{157}\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}^{3+}$ powder, as described in [5]". Na straně je uvedeno: "Details of scintillator screen production using enriched gadolinium can be found in [62]." V referenci 62 jsem našel, že metoda přípravy zahrnuje použití "organic binder", a že "the scintillator screens were placed into the oven (at 420 °C) for the binder curing for 1h ". Síťování polymerů i jejich vystavení změnám teploty je obvykle doprovázeno změnami jejich objemu a viskozity. Prosím o komentář, jestli při přípravě scintilačních okének docházelo (vlivem binderu) k oddělování iridiové vrstvy od křemíkového podkladu nebo stékání nanášené vrstvy, které by vyžadovalo optimalizaci procesu. Obecně bych se rád zeptal, jestli jsou připravená okénka odolná vůči vzdušné vlhkosti.

Strana 34

24) Veličiny I , E , Σ jsou někdy zapsány skloněným písmem, někdy stojatým (mají být sázeny písmem skloněným a konzistentně se zbytkem práce, např. strana 14).

Strana 35:

25) Jaký je (alespoň řádově) tepelný výkon dodávaný do aparatury (pro zjednodušení stačí uvažovat kovový blok) vlivem jeho vystavení záření? Lze odhadnout například změnu teploty cely pokud by byla 1 minutu ozařována a nebylo z ní odváděno teplo (tj. adiabatické uspořádání)?

Strana 40:

26) Dovožuji správně, že při ozařování LiF neutrony může docházet k tvorbě TF (fluorovodík)? Předpokládám, že jeho tvorba by při větších intenzitách neutronového záření vedla ke změnám vlastností detektoru a nutnosti odvětrávání nebo zachytu korozivních plynů.

Závěrečné zhodnocení disertace

Předloženou práci, která je založena na třech odborných článcích (z toho dva ve stadiu přípravy), hodnotím jako velice zdařilou. Vzhledem k publikační aktivitě disertanta (1x první autor a 3x spoluautor publikací v recenzovaných odborných časopisech, 1x první autor interního dokumentu PSI, viz Supplemental material) lze očekávat publikování připravovaných odborných článků v recenzovaných odborných časopisech.

Pro úplnost uvádím, že s autorem mám jednu společnou publikaci na témata, která nejsou předmětem této disertační práce, viz oddíl Supplemental material v disertační práci.

Formou diskuse při obhajobě nebo formou písemné odpovědi navrhuji reagovat na výše formulované poznámky 2, 8, 21, 23, 25, 26.

Doporučuji po úspěšné obhajobě disertační práce udělení titulu Ph.D. ano ne

Datum: 6. 12. 2021

Podpis oponenta: