

Oponentský posudek disertační práce:

Ing. Martin Šilhavík: Advanced Three-Dimensional Architectures of Graphene

Předložená disertační práce je věnována převážně přípravě a charakterizaci trojdimenzionálního (3D) grafenu. Jedná se o moderní a důležitou tematiku, která má značný potenciál se dále rozvíjet.

Práce sama je dobře čitelná, drobné výhrady může mít čtenář pouze k české verzi abstraktu. Práce je po formální stránce rozdělena do sedmi kapitol, včetně úvodu a shrnutí. Každá kapitola, kromě shrnutí, obsahuje samostatný přehled literatury. Práce dále obsahuje přehled zkratk, tabulek a obrázků. Na konci práce je uveden seznam publikací autora, které byly podkladem pro sepsání této disertační práce. Celkový rozsah práce je 128 stran.

První kapitola obsahuje stručný přehled současného poznání v oblasti přípravy a vlastností 3D grafenu. Druhá kapitola popisuje metody použité pro charakterizaci výsledného materiálu a měření jeho mechanických a termálních vlastností.

Následuje třetí kapitola, kde je popsán samotný způsob přípravy 3D grafenu. Příprava vycházela z oxidu grafenu, ze kterého byl připraven hydrogel. Následně byla odstraněna voda pomocí metody freeze-drying. V posledním kroku byl vzorek vyžhán ve vakuu. V tomto kroku byl využit inovativní přístup, kdy vzorek grafenu byl použit jako elektroda, která byla ohřívána procházejícím elektrickým proudem. Průběh přípravy byl sledován pomocí skenovací elektronové mikroskopie, fotoelektronové spektroskopie a Ramanské spektroskopie. Výsledky ukázaly, že finální vzorek neobsahuje kyslík a je vysoce porézní. Na druhou stranu přítomnost D modu v Ramanských spektrech ukazovala na defekty. Široký 2D pás pak odpovídal spíše vícevrstevnému grafenu než čistým monovrstvám. K redukci defektů a zúžení 2D modu došlo až při velmi vysokých teplotách žhání (2700 °C). Kromě toho autor studoval vliv stárnutí hydrogelu a kyslíkové plasmu na jeho kvalitu.

Kapitola 4 je věnována studiu mechanických vlastností připraveného aerogelu. Materiál vykazoval extrémně vysokou elasticitu, a to jak v kompresi tak v tahu. Pozorované vlastnosti byly vysvětleny pomocí modelování. V páté kapitole se autor věnuje studiu elektromechanických vlastností, které by byly využitelné pro senzorové aplikace. Ukázalo se, že senzor funguje v širokém rozsahu tlaků, je rychlý a citlivý. Kromě toho byl senzor funkční i po 5000 kompresních cyklech. V šesté kapitole se autor věnuje termálním vlastnostem. Ukázalo se, že tepelná vodivost aerogelu je extrémně nízká. Byla také studována stabilita materiálu při vyšší teplotě. Ukázalo se, že krátkodobě materiál snese i velmi vysoké teploty. Poslední sedmá kapitola celou práci shrnuje.

Celkově lze říci, že všechny dosažené výsledky jsou zajímavé a často jsou i vysoce inovativní. Díky tomu se je také podařilo opublikovat v kvalitních vědeckých časopisech. Celkem se jedná o dvě otištěné publikace, další publikace prochází recenzním řízením. Příprava samotného materiálu je aplikačně zajímavá. Autor práce dokonce podal patentovou přihlášku.

S potěšením konstatuji, že Ing. Martin Šilhavík předložil práci, která je zejména po experimentální stránce významným příspěvkem do aktuálního výzkumu. Ing. Martin Šilhavík jednoznačně prokázal schopnost samostatné vědecké práce, využití dostupného experimentálního vybavení, kritické analýzy výsledků a jejich interpretace.

Práci **doporučuji** k obhajobě a věřím, že po úspěšné obhajobě bude Ing. Martinovi Šilhavíkovi přiznán titul PhD.

V Praze, 22. 1. 2023

doc. RNDr. Ing. Martin Kalbáč, DSc.

Otázky:

- 1) Pro aplikace je důležitý objem připraveného materiálu. Má materiál potenciál být vyráběn ve větším měřítku?
- 2) Lze materiál opracovávat-tvarovat?
- 3) Byly měřeny pohyblivosti nosičů náboje a případně s jakým výsledkem?