

УТИЦАЈ ПАРАМЕТАРА МЛЕВЕЊА НА ОДНОС АМОРФНЕ И КРИСТАЛНЕ ФАЗЕ У ЈЕДИЊЕЊУ $Bi_4Ti_3O_{12}$

Миодраг В. Здујић, Чедомир Д. Јовалекић*, Ивана З. Вељковић**, Дејан Д. Полети**, Љиљана Ч. Карановић***

Институт техничких наука САНУ, Београд, *Институт за мултидисциплинарна истраживања, Београд, **Технолошко металуршки факултет, Београд, ***Рударско геолошки факултет, Београд

УВОД

Механохемијски третман је поступак млевења прахова у различитим типовима млинова ("механохемијским реакторима") при чему долази до низа физико-хемијских промена материјала. Карактеристично за све испитиване системе је образовање веома неуређене структуре: *нанокристалне или аморфне*.

НАМЕРА И ЦИЈ ОВОГ РАДА

•Квантитативно испитивање зависности интензитета млевења од радних параметара млевења, тј. брзине обртања млина, величине и броја куглица.

•Утицај параметара млевења на процес аморфизације/кристализације материјала подвргнутог млевењу.

ЕКСПЕРИМЕНТ

Почетни добро искристалисани прах $Bi_4Ti_3O_{12}$ (маса праха: 22 g) механохемијски је третиран у планетарном млину Fritsch Pulverisette 5 са две челичне посуде запремине 500 cm^3 . Једна посуда је била напуњена куглицама пречника 13 mm, док је друга – куглицама пречника 6 mm, при чему је маса куглица, тј. масени однос увек био једнак у обе посуде (табела 1). Интензитет млевења у зависности од угаоне брзине млина (мерена тахометром) и броја куглица (табела 1, слика 1) квантитативно је одређиван мерењем електричне снаге мотора који покреће осовину планетарног млина, према процедури описаној у литератури [A. Iasonna, M. Magini, Power Measurements During Mechanical Milling. An Experimental Way to Investigate the Energy Transfer Phenomena, Acta Materialia 44 (1996) 1109-1117.]

Структурне промене праћене су рендгенском структурном анализом; удео аморфне фазе је одређиван методом фитовања облика пикова [M. Zdujic, D. Poleti, C. Jovalekic, Lj. Karanovic, The Evolution of Structure Induced by Intensive Milling in the System 2Bi2O3·3TiO2, Journal of Non-Crystalline Solids 352 (2006) 3058-3065.]

РЕЗУЛТАТИ

Електрична снага за дату брзину планетарног млина зависи од броја куглица, тј. од фактора пуњења дефинисаног као однос коришћеног броја куглица и максималног броја куглица који могу да стану у посуду. Максимална предата снага добија се за фактор пуњења од око 0,4, док за веће вредности, снага опада (слика 2)

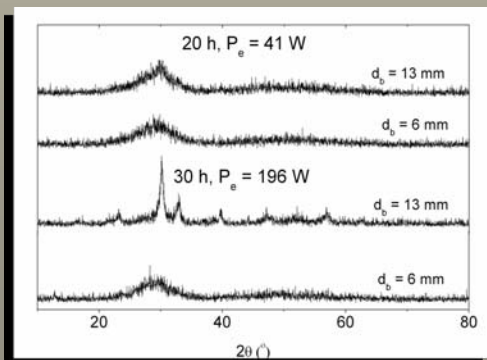
Механохемијски третман доводи до фазног прелаза кристално/аморфно, који је одређен енергијом и фреквенцијом удара куглица. Слика 1 приказује промене удела аморфне фазе за два праха $Bi_4Ti_3O_{12}$ који су млевени истовремено са различитим величинама куглица, док су остали параметри (масени однос и угаона брзина) били идентични. Са слике се види да прах млевен са већим куглицама реагује на промене интензитета млевења (број обртаја) док други прах (млевен са куглицама пречника 6 mm), након потпуне аморфизације, достигнуте после 20 h млевења остаје непромењен (рендгендиограми прахова млевених 20 и 30 h дати су на слици 4). Према томе, испод одређеног прага енергије удара не долази до процеса кристализације, док, истовремено, већа фреквенција удара доводи до убрзања процеса аморфизације (почетни период до 20 h).

ЗАКЉУЧАК

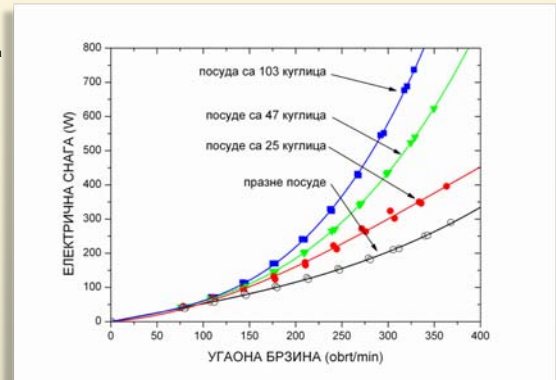
На основу добијених резултата, закључено је да су механохемијске реакције, бар у случају $Bi_4Ti_3O_{12}$, доминантно дискретни процеси који се дешавају у тренутку удара куглице у прах.

Табела 1. Зависност удела аморфне фазе у $Bi_4Ti_3O_{12}$ једињењу од времена млевења за дате параметре млевења (t – време млевења; f_{am} – удео аморфне фазе; d_b – пречник куглице; n_b – број куглица; P_e – електрична снага; $\langle v \rangle$ – средња брзина куглице; $\langle E \rangle$ – средња енергија удара; f_{cal} – израчуната фреквенција удара)

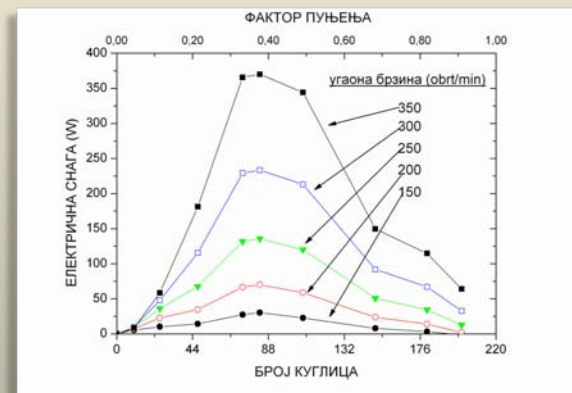
t (h)	f_{am} (%)		d_b (mm)		n_b		P_e (W)	$\langle v \rangle$ (m s ⁻¹)		$\langle E \rangle$ (10 ⁻³ J)		f_{cal} (s ⁻¹)	
	13 mm	6 mm	13.4 mm	6 mm				13 mm	6 mm	13 mm	6 mm		
10	57.5	87.6	210	47	500	41	2.26	24	2.23	555	5907		
20	84.5	100	210	47	500	41	2.26	24	2.23	555	5907		
23	29	100	362	47	500	196	3.80	67	6.32	955	10153		
26	29.3	100	362	47	500	196	3.80	67	6.32	955	10153		
30	26.9	100	362	47	500	196	3.80	67	6.32	955	10153		
35	57.6	100	136	47	500	12	1.51	11	0.99	361	3840		
40	73.9	100	136	47	500	12	1.51	11	0.99	361	3840		
40.25	69.2	100	327	100	1186	245	3.18	47	4.11	863	21787		
40.75	56.7	100	327	100	1186	245	3.18	47	4.11	863	21787		
41.75	57.3	100	327	100	1186	245	3.18	47	4.11	863	21787		
42.75	59.2	100	327	100	500	245	3.18	47	4.11	863	21787		
47.75	74.5	100	130	100	500	11	1.12	5.7	0.5	734	8699		
53.75	76.8	100	131	-220	-2471	1	0.04	-	-	-	-		



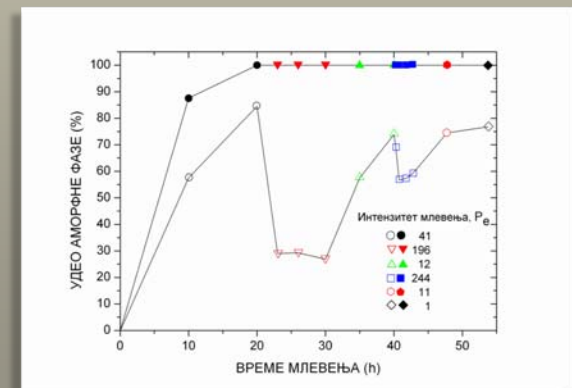
Слика 4. Рендгендиограми $Bi_4Ti_3O_{12}$ прахова млевених 20 h са интензитетом млевења, $P_e = 41\text{ W}$, а затим 10 h са интензитетом млевења, $P_e = 196\text{ W}$, са куглицама пречника 13 и 6 mm.



Слика 1. Електрична снага планетарног млина, P_e у зависности од угаоне брзине за две посуде са прахом (○) и напуњене са 25 (●), 47 (◐), и 103 (◑) куглица пречника 13 mm.



Слика 2. Нето електрична снага за једну посуду, P_e у зависности од броја куглица пречника 13 mm, за угаоне брзине 150, 200, 250, 300 и 350 obrt/min.



Слика 3. Удео аморфне фазе у $Bi_4Ti_3O_{12}$ праху млевеном са куглицама пречника 13 mm (празни симболи) и 6 mm (пуни симболи) са различитим интензитетима млевења, P_e у зависности од времена млевења.