

# АНОМАЛЬНА ТЕРМОСТІЙКІСТЬ АТОМНИХ ФРАГМЕНТІВ КАРБОМІДОФОРМАЛЬДЕГІДНОЇ ТА ПОЛІЕФІРНОЇ СМОЛ В КОМПОЗИТАХ З НАНООКСИДАМИ КРЕМНІЮ ТА ТИТАНУ

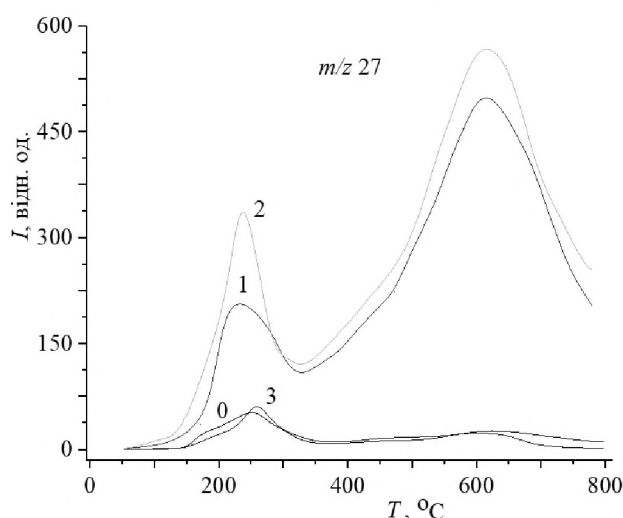
Горєлов Б.М.<sup>1</sup>, Сігарьова Н.В.<sup>1</sup>, Хора О.В.<sup>1</sup>, Юр'єва К.А.<sup>1,2</sup>, Місчанчук О.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Інститут хімії поверхні ім.О.О. Чуйка НАН України, Київ, Україна, [microft2@ukr.net](mailto:microft2@ukr.net)

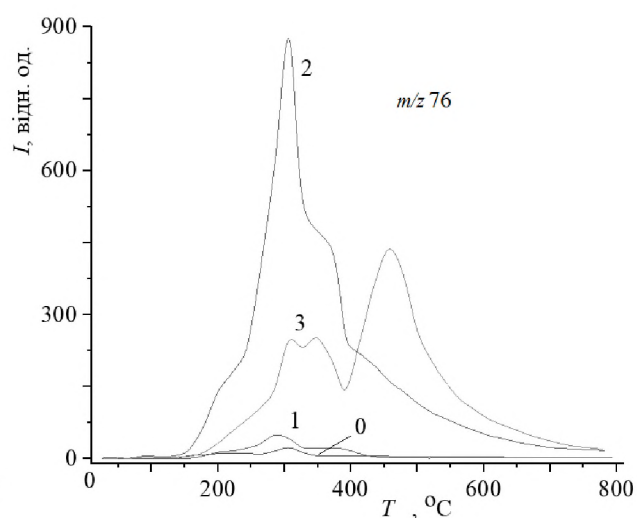
<sup>2</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Робота присвячена виявленню аномальної термостійкості фрагментів термодеструкції полімерних наноконкомпозитів, де атоми полімерної структури хімічно зв'язані з поверхневими центрами нанонаповнювачів. В якості полімерних матриць використані карбамідоформальдегідна (КФС) марки КФБ-1 та поліефірна (ПЕС) PolyLite 440-M888 смоли, основна маса яких терморуйнується в інтервалі температур 150-350 °С, тому дослідження сфокусовані на виявленні летких атомних фрагментів з інтервалом терморуйнування при  $T > 350$  °С. В якості нанонаповнювачів застосовані частинки діоксиду кремнію  $\text{SiO}_2$  (А-300), діоксиду титану (рутил)  $\text{TiO}_2$  та титанокремнезему  $(\text{Si}/\text{Ti})\text{O}_2$  з середнім розміром  $\sim 8, 27$  та  $40$  нм, відповідно, які мають однаковий зарядовий стан катіонів та аніонів. Вміст наповнювача в матриці КФС становив 1,5 мас % та в системі ПЕС був 0,5; 2,5 і 5,0 мас %.

Експерименти виконані методом термопрограмованої десорбційної мас-спектрометрії з реєстрацією десорбованих атомних фрагментів полімерної структури в інтервалі  $m/z$  15-180D, де  $m$  – маса,  $z = 1$  заряд фрагменту. Встановлено, що водночас з слабо інтенсивною деструкцією в інтервалі  $150 \leq T \leq 350$  °С, аномальну термостійкість виявляють атомні фрагменти з  $m/z$  27 ( $=\text{C}=\text{N}-\text{H}$ ) в композитах КФС з оксидами кремнію та титану (рис.1) і  $m/z$  76 ( $\text{C}_6\text{H}_4$ ) (рис.2) та 104 ( $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_2\text{H}_3$ ) в композитах ПЕС, наповнених діоксидом кремнію.



**Рис. 1** Десорбційні криві фрагментів з  $m/z$  27 вихідної КФС (0) та її композитів з 1,5 мас %  $\text{SiO}_2$  (1),  $\text{TiO}_2$  (2) та  $(\text{Si}/\text{Ti})\text{O}_2$  (3)



**Рис. 2** Десорбційні криві фрагментів з  $m/z$  76 вихідної ПЕС (0) та її композитів з 0,5 (1), 2,5 (2) та 5,0 (3) мас %  $\text{SiO}_2$

Встановлено, що в композитах з КФС деструкція визначається зарядом атомів металів та просторовою орієнтацією орбіталей атомного фрагменту  $\text{C } 2p^4$  відносно орбіталей  $\text{Ti } 4s^2$  та  $\text{Si } 3p^2$ . Аномальна термостійкість не виявляється в композитах з титанокремнеземом. В композитах з ПЕС високу термостійкість виявляють фрагменти стиролу, який забезпечує поперечні зв'язки між поліефірними ланцюгами. Інтенсивність термодеструкції залежить від вмісту наповнювача, та проявляється за вмісту  $\text{C}_n > 2,5$  мас %. Висока термостійкість пов'язана з утворенням міцних подвійних зв'язків  $(\text{Si}, \text{Ti})=\text{C}=\text{N}-\text{H}$  та просторовим обмеженням десорбції стиролу при збільшенні вмісту діоксиду кремнію відповідно в композитах на основі КФС та ПЕС.