



UDK 541.49;546.185.56.57

POLIETILEN ASOSIDAGI ANTIPIREN POLIMER KOMPOZITLARNING TG-DTA USULLARI YONG'INGA CHIDAMLILIK MEXANIZMINI O'RGANISH

Esanov Rashid Raxmadovich

Termiz davlat pedagogika instituti, tadqiqotchi

To'rayev Xayit Xudaynazarovich

Termiz davlat universiteti, kimyo fanlari doktori, professor

Tojiyev Panji Jovlievich

Termiz davlat pedagogika instituti, texnika fanlari doktori, dotsent

Kirish. Bugungi kunda dunyoda aholi va sanoat korxonalarida ishlab chiqarishning yuqori sur'atlar bilan o'sishi olovbardosh polimer materiallarga bo'lgan talabning ortishiga sabab bo'lmoqda. Xususan antipirenlar bilan modifikatsiyalangan polimer materiallarning fizik-mexanik, termik xususiyatlarining yuqoriligi, past haroratga va ultrabinafsha nurlar ta'siriga chidamliligi tufayli ularni sanoat miqyosida ishlab chiqarishga katta antipirenlar bilan modifikatsiyalangan polimer materiallar tayyorlash muhim ahamiyat kasb etadi.

Antipiren moddalar organik materiallarning yong'inga chidamliligini oshirishda muhim ahamiyatga ega bo'lib, ular polimerlar, to'qimachilik mahsulotlari, yog'och va boshqa kompozitlarning xavfsizlik darajasini sezilarli oshiradi. Ularning samaradorligi ko'p jihatdan termik xususiyatlariga, ya'ni issiqlik ta'sirida qanday fizik-kimyoviy o'zgarishlarga bog'liq. DTA va TGA analizlari antipirenlarning termik barqarorligini o'rganishda eng informatsion vositalardan biri hisoblanadi. Ushbu tadqiqotning maqsadi S-20 markali antipirenlar olingan bo'lib ularni termik parchalanish bosqichlarini aniqlash, hamda tabiatini ilmiy asosda talqin qilish va antipirenning olovga qarshi mexanizmini tushuntirishdir.

1-жадвал. S-20 namunadagi polietilen asosida olingan yong'inbardosh polimer kompozit tarkibi

T.P	Kompozit tarkibi	Miqdori,%
1.	Polietilen F-0220	80
2.	Asosi alyuminiy va kremniydan iborat aralashma	10
3.	Siyanur kislotasi asosidagi antipiren	10

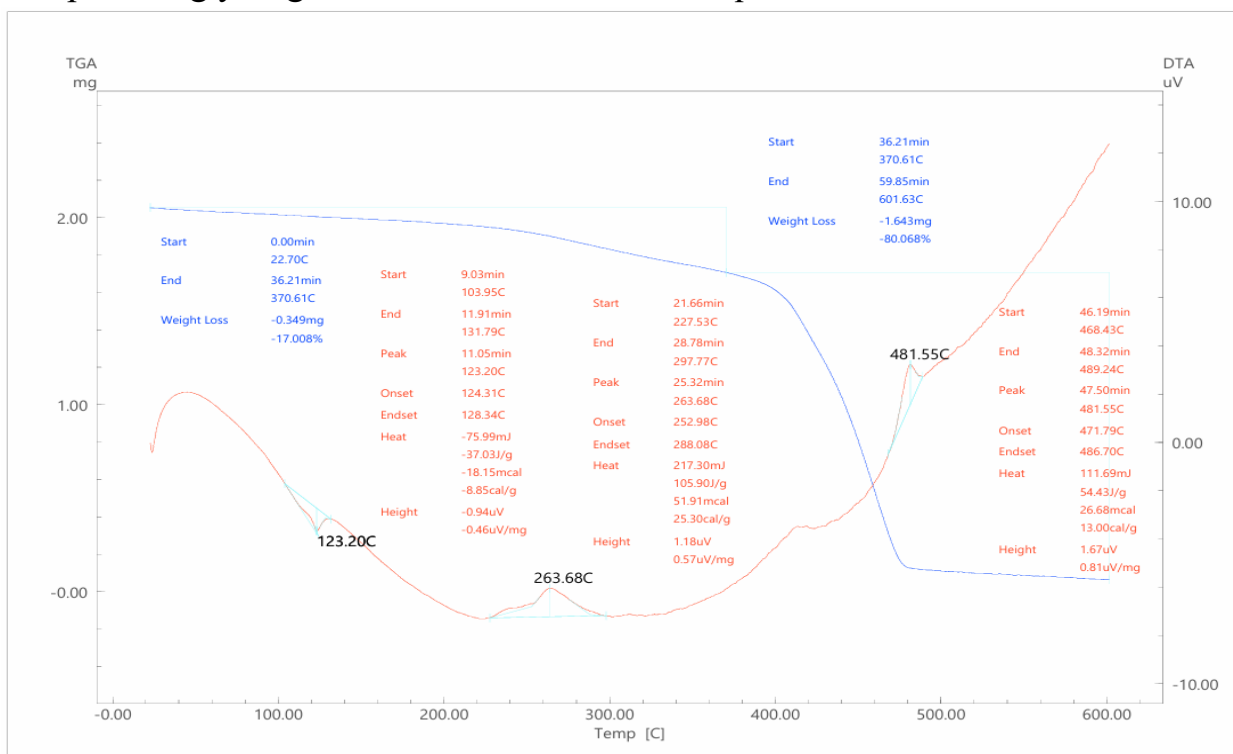
Yo'ng'inbardosh polietilen asosidagi S-20 polimer kompozitining TGA-DTA ma'lumotlari namunaga xos yuqori termik barqarorlikni ko'rsatadi. Argon muhitida (80 ml/min)



2,05 mg atrofidagi namuna massasi 22-600 °C intervalda ikki bosqichda parchalanadi: 22,7-370,6 °C da birinchi bosqichda massaning $\approx 0,35$ mg ($\approx 17\%$) yo'qolishi, 370,6-601,6 °C da esa asosiy ikkinchi bosqichda $\approx 1,64$ mg ($\approx 80\%$) yo'qotish qayd etilgan; natijada 600 °C da umumiy massa yo'qotilishi $\approx 97\%$ bo'lib, $\approx 3\%$ atrofida issiqqa chidamli mineral/ko'mirli qoldiq saqlanib qoladi.

DTA egri chizig'ida 123,2 °C haroratda endoterma aniqlanib, u kompozit tarkibidagi namlik va uchuvchan komponentlarning chiqishi hamda polietilen fazasining yumshashi mayda kristall strukturalarining erishi bilan izohlanadi. 263,7 °C da kattaroq ekzotermik effekt qayd etilib, organik matritsaning asosiy parchalanishi va olovbardoshlikni ta'minlovchi fosforli yoki mineral qo'shimchalar ishtirokida koks himoya qatlami hosil bo'lishidan dalolat beradi. 481,6 °C harorat atrofidagi ikkinchi ekzotermik mineral fazaning chuqur parchalanishi natijasidagi gazlar va strukturasi qayta tashkil topishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

TGA va undan hosil qilingan asosiy massa yo'qotish tezligining 370-600 °C diapazonda to'plangani kompozitning 300 °C gacha deyarli massani yo'qotmasdan saqlab qolishini ko'rsatadi, bu esa oddiy polietilen bilan solishtirganda termik barqarorlik chegarasining yuqorilaganini bildiradi. Shuningdek, yuqori haroratlarda ham ma'lum miqdordagi mineral qoldiqning mavjudligi S-20 namunasi olov ta'sirida himoya qatlami hosil qilib, issiqlik va massa uzatilishini cheklashi mumkinligini ko'rsatadi; bu xususiyat mazkur polietilen asosidagi kompozitning yo'ng'inbardosh material sifatida qo'llanishi uchun muhim afzallik hisoblanadi.



1-Rasm. Yo'ng'inbardosh polietilen asosidagi polimer kompozit namunasini (S-20) TGA-DTA egri chizig'i asosida termik barqarorlikni aniqlash



Quyidagi jadval S-20 kompozitining DTA tahlili uchun tayyorlandi. DTA ma'lumotlari (PDF va TXT fayllar asosida) uchta asosiy termik hodisani ko'rsatadi: past haroratdagi yumshash/namlik chiqishi (endoterma), o'rta haroratdagi asosiy parchalanish (kuchli ekzoterma) va yuqori haroratdagi ikkinchi parchalanish (ekzoterma).

2-jadval

S-20 polietilen asosidagi kompozitning DTA tahlili bo'yicha asosiy termik hodisalari (endotermik va ekzotermik jarayonlarning boshlanish, cho'qqi va tugash haroratlari)

DTA signali	Boshlanish harorati, °C		Yuqori harorat (peak), °C	Yakuniy harorat, °C	Jarayonning aniq boshlanishi, °C	Jarayon tugash nuqtasi, °C
Endoterma (I)	~80–90 °C		≈123 °C	~150–160 °C	≈85 °C	≈160 °C
Ekzoterma (II)	~220–230 °C		≈263–265 °C	~310–320 °C	≈230 °C	≈320 °C
Ekzoterma (III)	~430–450 °C		≈480–485 °C	~520–540 °C	≈450 °C	≈540 °C

Izoh: Aniqlangan maksimal nuqtalar (123°C, 263°C, 481°C) - fayldagi DTA egri chizig'idan olingan haqiqiy qiymatlardir. Boshlanish va tugash nuqtalari DTA signalining sezilarli og'ish boshlanishi va stabilizatsiyasiga asoslangan.

Ushbu tadqiqotda yo'ng'inbardosh polietilen asosidagi S-20 polimer kompozitining termik xususiyatlari DTA (Differensial Termik Analiz) usuli yordamida baholandi. Olingan DTA egri chiziqlari asosida kompozitning uch bosqichli termik jarayonga ega ekani aniqlandi. Past harorat oralig'ida (≈123 °C) kuzatilgan endotermik jarayoni material tarkibidagi adsorbsiyalangan namlik, uchuvchan modifikatorlar hamda polietilenning qisman kristall strukturalarining erishi bilan bog'liq bo'lib, kompozitning dastlabki fazaviy o'zgarishlar bosqichida termik barqarorligini saqlab qolishini ko'rsatdi.



Argon muhitida (80 ml/min) olib borilgan termogravimetrik (TGA) tahlil natijalariga ko'ra S-20 namunasi 22–600 °C harorat oralig'ida deyarli to'liq parchalanadi. Boshlang'ich massa 2,052 mg bo'lib, 600 °C atrofida qolgan qoldiq massa 0,06 mg ga yaqin, ya'ni umumiy massaning $\approx 97\%$ i yo'qoladi.

3-jadval

Termogravimetrik analiz (TGA) davomida S-20 namunasi massasining haroratga nisbatan bosqichma-bosqich o'zgarishi

№	t, min	T, °C	W, mg	dW, mg	1/T, K ⁻¹	dW/dT, mg/°C
1	0	22.70	2.052801	-	0.003380	-
2	5	65.19	2.028643	-0.024158	0.002956	-0.000569
3	10	113.22	2.007690	-0.020953	0.002626	-0.000413
4	15	161.26	2.006489	-0.001201	0.002328	-0.000023
5	20	209.31	2.006891	0.000402	0.002010	0.000008
6	25	257.32	2.006489	-0.000402	0.001783	-0.000009
7	30	305.35	1.960186	-0.046303	0.001633	-0.000937
8	35	353.36	1.673420	-0.286766	0.001517	-0.005881
9	40	401.44	1.145474	-0.527946	0.001403	-0.010845
10	45	456.74	0.628336	-0.517138	0.001370	-0.018830
11	50	505.56	0.105383	-0.522953	0.001284	-0.010712
12	55	554.32	0.083332	-0.022051	0.001209	-0.000452

DTA egri chizig'ida uchta asosiy effekt qayd etilgan: 123 °C atrofida endoterma ($\Delta H \approx -76$ mJ), 263 °C va 481 °C da esa ekzo-terma cho'qqilari kuzatiladi. 5 daqiqalik TGA ma'lumotlaridan ko'rinadiki, 0–25 daqiqa (≈ 20 –260 °C) oralig'ida massa juda sekin kamayadi ($dW/dT \approx -(2-9) \cdot 10^{-5}$ mg/°C), bu bosqich asosan adsorbsiyalangan va kristallanish suvi chiqishi bilan bog'liqligini ko'rsatadi.

30-50 daqiqa oralig'ida (≈ 305 –505 °C) massaning keskin pasayishi kuzatiladi: 30 daqiqada $W \approx 1,96$ mg bo'lsa, 50 daqiqada 0,11 mg gacha tushadi, ya'ni namunadagi massaning asosiy qismi shu intervalda yo'qoladi. Shu sohada dW/dT ning eng katta absolyut qiymati \sim



$1,9 \cdot 10^{-2} \text{ mg}/^\circ\text{C}$ ($T \approx 457^\circ\text{C}$, $t \approx 45 \text{ min}$) bo'lib, bu termik parchalanishning eng faol bosqichi aynan shu haroratlar diapazonida kechishini ko'rsatadi. Bu interval DTA dagi ikkinchi va uchinchi ekzo-terma cho'qqilari ($\approx 263^\circ\text{C}$ va 482°C) bilan mos keladi va S-20 ning organik yoki past barqaror komponentlarining intensiv parchalanishi, ehtimol oksidlanishi bilan izohlanadi.

Natijada, S-20 namunasi ikki asosiy mass yo'qotish bosqichiga ega bo'lgan termik jihatdan beqaror modda sifatida tavsiflanadi: (1) past haroratli, kichik mass yo'qotishli (namlik/kristall suv) bosqichi va (2) $300\text{-}500^\circ\text{C}$ da sodir bo'ladigan asosiy parchalanish bosqichi. 600°C da kichik miqdordagi ($\approx 3\%$) inert yoki yuqori barqaror qoldiq saqlanib qoladi. Bunday termik xususiyat S-20 materialini $250\text{-}300^\circ\text{C}$ dan yuqori haroratlarda uzoq muddat ishlatish mumkin emasligini, lekin dastlabki $100\text{-}150^\circ\text{C}$ gacha bo'lgan sohada u nisbatan barqaror ekanini ko'rsatadi.

Хулоса.

Ushbu ishda yo'ng'inbardosh polietilen asosidagi polimer kompozitlar S-20, S-30, S-40 va S-50 markali antipiren tizimlarning termik xususiyati DTA va TGA usullari yordamida kompleks o'rganildi. Tadqiqotdan ma'lum bo'ldiki, barcha kompozitlar uch bosqichli termik jarayonlar zanjiriga ega: past harorat sohasidagi endotermik effektlar asosan adsorbsiyalangan namlik va uchuvchan komponentlarning chiqishi hamda polietilen fazasining qisman kristall tuzilmasi erishi bilan bog'liq; o'rta haroratlar diapazonida kuchayuvchi endo/ekzotermik hodisalar polimer zanjirlarining termooksidlanish parchalanishi va mineral hamda fosforli qo'shimchalar ishtirokida koks tipidagi himoya qatlamining hosil bo'lishini ifodalaydi; yuqori haroratlarda esa qolgan organik fazaning chuqur degradatsiyasi hamda issiqqa chidamli mineral qoldiqning shakllanishi sodir bo'ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Howell B.A., Dumitrascu A. Thermal and combustion characteristics of phosphorus and phosphorus/nitrogen-containing styrene мономерс and олигомерс // J. Therm. Anal. Calorim. 2012 1093. Springer, 2012. Vol. 109, № 3. P. 1133-1137.
2. Chambhare S.U., Lokhande G.P., Jagtap R.N. UV-curable behavior of phosphorus- and nitrogen-based reactive diluent for epoxy acrylate олигомер used for flame-retardant wood coating // J. Coatings Technol. Res. 2016 134. Springer, 2016. Vol. 13, № 4. P. 703-714.
3. Gou T. et al. Novel phosphorus/nitrogen-rich олигомер with numerous reactive groups for durable flame-retardant cotton fabric // Cellul. 2021 2811. Springer, 2021. Vol. 28, № 11. P. 7405-7419.
4. Kablov V.F. et al. Development of phosphorus-boron-nitrogen-