

UDK: 614.84: 661.728

<https://doi.org/10.70769/2181-4732.ITJ.2026-m.05>

AKP -1 MARKALI ANTIPIREN ASOSIDA POLIMER MATERIALLARNI CEM VA TERMIK TAHLILLARINI TADQIQ ETISH

Berdiyev Sanjar Allanazarovich - texnika fanlari doktori (DSc), katta ilmiy xodim,
E-mail: sanjarberdiyev75@gmail.com, ORCID: 0009-0005-1516-2840, Science ID: DQD-0425-0006;
Nurqulov Fayzulla Nurmuinovich - texnika fanlari doktori (DSc), professor,
E-mail: fnurkulov82@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6546-3431, Science ID: DQD-0525-0015.

Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti, Toshkent sh., O'zbekiston

Annotatsiya. AKP-1 markali antipiren asosida olingan polimer kompozitlarning skanerli elektron-mikroskop, element analiz va differensial – termogravimetrik (termik destruksiya) usullar yordamida tadqiq etildi.

AKP-1 markali antipiren asosida olingan olovbardosh polimer kompozitlarni elektron mikroskop va element tahlil natijalarini o'rganish orqali AKP-1 markali antipirenni polietilen asosidagi polimer materiallarni tarkibiga tarqalishi o'rganildi va 10-600°C haroratlar oralig'ida AKP-1 markali antipirenlar bilan modifikatsiyalangan olovbardosh polimer materiallarni (Polietilen: AKP-1) differensial – termogravimetrik (termik destruksiya) usulda tahlillari o'rganildi. Natijada 460-462°C harorat oralig'ida 50 % massa yo'qotilganligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: antipiren, differensial, termogravimetrik, termik, destruksiya, olovbardosh, polimer, kompozit, element, tahlil, polietilen, material, harorat, elektron mikroskop.

УДК: 614.84: 661.728

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АНТИПИРЕНА МАРКИ АКП-1 МЕТОДАМИ СЭМ И ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Бердиев Санжар Алланазарович - доктор технических наук (DSc), старший научный сотрудник;
Нуркулов Файзулла Нурмуинович - texnika fanlari doktori (DSc), professor.

Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии,
г. Ташкент, Узбекистан

Аннотация. Полимерные композиты, полученные на основе антипирена марки АКП-1, исследованы методами сканирующей электронной микроскопии, элементного анализа и дифференциально-термогравиметрического анализа (термической деструкции).

Распределение антипирена марки АКП-1 в структуре полимерных материалов на основе полиэтилена было изучено посредством анализа результатов сканирующей электронной микроскопии и элементного анализа огнестойких полимерных композитов, полученных на основе данного антипирена. Также был проведён дифференциально-термогравиметрический анализ (термическая деструкция) огнестойких полимерных материалов (Полиэтилен: АКП-1), модифицированных антипиреном марки АКП-1, в диапазоне температур 10-600°C. В результате установлено, что потеря 50% массы происходит в интервале температур 460-462°C.

Ключевые слова: антипирен, дифференциальный, термогравиметрический, термическая, деструкция, огнестойкий, полимер, композит, элементный, анализ, полиэтилен, материал, температура, электронная микроскопия.

UDC: 614.84: 661.728

RESEARCH ON CEM AND THERMAL ANALYSES OF POLYMER MATERIALS BASED ON AKP-1 ANTIPYRENE

Berdiev Sanjar - Doctor of Technical Sciences (DSc), senior researcher;
Nurkulov Fayzulla - Doctor of Technical Sciences (DSc), professor.

Tashkent Chemical-Technological Research Institute, Tashkent city, Uzbekistan

Abstract. *Polymer composites obtained on the basis of the AKP-1 brand flame retardant were investigated using scanning electron microscopy, elemental analysis, and differential thermogravimetric (thermal destruction) methods.*

By studying the results of electron microscopy and elemental analysis of refractory polymer composites obtained on the basis of AKP-1 brand flame retardant, the distribution of AKP-1 brand flame retardant into the composition of polyethylene-based polymer materials was studied, and the differential-thermogravimetric (thermal destruction) analysis of refractory polymer materials (Polyethylene: AKP-1) modified with AKP-1 brand flame retardants was studied in the temperature range of 10-600°C. As a result, it was found that 50% of the mass was lost in the temperature range of 460-462°C.

Keywords: *flame retardant, differential, thermogravimetric, thermal, destruction, refractory, polymer, composite, element, analysis, polyethylene, material, temperature, electron microscope.*

Kirish

Jahonda qurilish materiallarining olovbardoshlik ko'rsatkichlari yetarli darajada ta'minlanmagani natijasida yuzaga kelayotgan favqulodda vaziyatlar yuqori darajadagi to'lafulatlar va iqtisodiy zarari, insonlarning bevaqt halok bo'lishining oldini olish, profilaktik tadbirlarni kuchaytirish masalalariga alohida ahamiyat berilmoqda. Hozirgi kunda, dunyo miqyosida o'tgan 20-yillik davrda 7300 dan ortiq portlash va yong'in bilan bog'liq favqulodda vaziyatlar sodir bo'lib, ularda 1 milliondan ortiq inson halok bo'lgan hamda iqtisodiy zarar hajmi 2,97 trillion AQSH dollarini tashkil etgani ushbu sohani yanada takomillashtirish hamda ishlab chiqarilayotgan qurilish materiallarining turlarini kengaytirish maqsadida tinimsiz izlanishlar olib borilishi belgilangan. Bu borada, zamonaviy, qulay va olovbardosh qurilish materiallari ishlab chiqarish, unumdorligini aniqlash, olovbardoshlik xossalarni yaxshilash asosida to'liq mahalliyashtirish ishlariga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Uslub va materiallar

Yong'inlar profilaktikasi samaradorligini oshirish va yong'in xavfsizligi sohasida davlat nazoratini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2023-yil 4-avgust 332-sonli qarorida keltirilishicha so'nggi yillarda aholi hayoti va sog'lig'i, jismoniy va yuridik shaxslar mulkining ishonchli himoyasini ta'minlaydigan yaxlit yong'in xavfsizligi tizimi shakllantirilganligi inobatga olinib, haftaning har chorshanba kuni «Favqulodda vaziyatlar va yong'inlar profilaktikasi kuni» etib belgilanib, bu borada O'zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligiga bir qator vazifalar yuklatilgan [1, 2].

Shu bilan birga, yong'inlar profilaktikasi sohasida tizimli chora-tadbirlar amalga oshirilayotganligiga qaramasdan, aholining maishiy hayotida va tadbirkorlik subyektlari faoliyatida yong'inlar bilan bog'liq noxush hodisalar (1-rasm) ro'y bermoqda [2].

Respublikamizda 2024-yilda 10260 ta yong'in hodisasi yuz berib, unda 284 nafar fuqaro jabrlangan, shundan 107 tasi vafot etgan, shuningdek, jismoniy va yuridik shaxslarga 214,6 mlrd so'mlik zarar yetkazilgan [2].

Jumladan, 2023-yilda Qo'qon shahridagi «Rizq baraka» va «Istiqlol» bozorlarida, Xiva shahridagi buyum bozorida, shuningdek, Farg'ona shahrining Sayilgoh ko'chasi 24-uy manzilidagi binoda sodir bo'lgan yong'in oqibatida fuqarolarning hayoti va sog'lig'iga hamda jismoniy va yuridik shaxslarning mol-mulkiga jiddiy ziyon yetgan [2].

Xususan, 2023-yil 29-iyul kuni Farg'ona viloyati, Farg'ona shahar, Sayilgoh ko'chasi 24-uy manzilida joylashgan binoning yerto'lasida sodir bo'lgan baxtsiz hodisa sabablarini tekshirish hamda jabrlanganlarga yordam ko'rsatish bo'yicha Hukumat komissiyasi tashkil etilgan [2].



1-rasm. Aholining maishiy hayotida va tadbirkorlik subyektlari faoliyatida yong‘inlar bilan bog‘liq noxush hodisalar.

Hukumat komissiyasi tomonidan sodir bo‘lgan yong‘inning texnik va tashkiliy sabablari o‘rganilganda, bino yong‘in xavfsizligi sohasidagi texnik reglamentlar, standartlar, normalar va qoidalarga umuman javob bermasligi, shu jumladan, binoda havo aylanish tizimi va qo‘shimcha chiqish joylari mavjud emasligi aniqlangan. Shuningdek, Hukumat komissiyasi xulosasida davlat yong‘in nazorati organlarining vakolatlari yetarli emasligi sababli, ular tomonidan yong‘inlarning oldini olish bo‘yicha ta’sirchan choralar ko‘rilmasdan qolayotganligi, yong‘in natijasida jismoniy va yuridik shaxslarga yetkazilgan zararni majburiy sug‘urtalash orqali qoplashning samarali mexanizmlari mavjud emasligi ko‘rsatib o‘tilgan [2].

Hukumat komissiyasi tomonidan baxtsiz hodisa sabablarini o‘rganish bo‘yicha taqdim qilingan dastlabki xulosa va takliflardan kelib chiqib, aholi hayoti va sog‘lig‘i, jismoniy va yuridik shaxslar mulkini yong‘in xavfidan asrash, yong‘inlarning kelib chiqish xavfi yuqori bo‘lgan, birinchi navbatda, aholi ommaviy yig‘iladigan obyektlarda yong‘inlarning oldini olish samaradorligini tubdan oshirish hamda ushbu yo‘nalishda ta’sirchan nazorat mexanizmlarini joriy etish maqsadida Vazirlar Mahkamasi qaror chiqarilgan bo‘lib qarorda asosan yong‘in xavfsizligi sohasidagi davlat nazoratining asosiy yo‘nalishlari sifatida qo‘yidagilar keltirilgan [2].

-aholi va tadbirkorlik subyektlarining yong‘indan ogohligini oshirish, yong‘in xavfsizligi talablariga amal qilishni rag‘batlantirish mexanizmlarini joriy etish, shuningdek, samarali idoraviy yong‘in nazoratini ta’minlash;

-yong‘inlarning oldini olish va kelib chiqish sabablari hamda omillarini barvaqt aniqlash va bartaraf etish, bu borada davlat nazoratini yanada kuchaytirish orqali qonunchilik talablarini buzgan shaxslarga nisbatan javobgarlikning muqarrarligini ta’minlash;

-yong‘in xavfsizligini ta’minlash bo‘yicha manzilli chora-tadbirlarni ishlab chiqish, amalga oshirish hamda ularning o‘z vaqtida va so‘zsiz bajarilishi ustidan tizimli monitoring tizimini joriy etish;

-davlat yong‘in nazorati organlari faoliyatiga zamonaviy raqamli texnologiyalarni keng joriy etish orqali yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan yong‘inlarning barvaqt oldini olish choralari ishlab chiqilishi keltirilgan [2].

Polimer materiallarining yong‘indan himoyalanganligining o‘ziga xos xususiyatlari ularning turli-tumanligi va tarkibning ko‘p komponentligi bilan aniqlanadi. Polimer materiallarning yonuvchanligi piroliz mahsulotlarining yonishdagi ajralib chiqadigan issiqlik nisbatiga bog‘liq bo‘lib, yonuvchanlikni kamaytirish esa gazlanuvchanlik tezligini pasaytirish va hosil bo‘ladigan yonuvchi mahsulotlar sonini kamaytirish (inert to‘ldiruvchilar kiritish, antipirenlar kiritish, yong‘indan himoyalovchi qoplamalar surish) orqali amalga oshiriladi [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Materialga berilgan xossalarni olish va ularning tannarxini pasaytirish uchun to'ldiruvchilar qo'llaniladi. Mineral to'ldiruvchilar yonuvchi komponentlar tarkibini kamaytiradi, polimerlarning piroliz jarayoniga ta'sir etadi va yonish jarayonidagi issiqlik massa almashuv sharoitini o'zgartiradi [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Antipirenlar ikkita sinfga bo'linadi. Polimerlar bilan mexanik aralashuvchi va ular bilan bir jinsli qorishma hosil qiluvchi hamda polimer materiallarga ishlov berish yoki sintez jarayonida olinuvchi [9, 7, 8].

Hozirgi vaqtda polimer materiallarga antipirenlar ishlatish bilan yonuvchanligining pasayishini izohlab beruvchi bir necha gipotezalar mavjud bo'lib, ular kimyoviy, ionli, gazli himoya qatlamini hosil qiluvchidir [10].

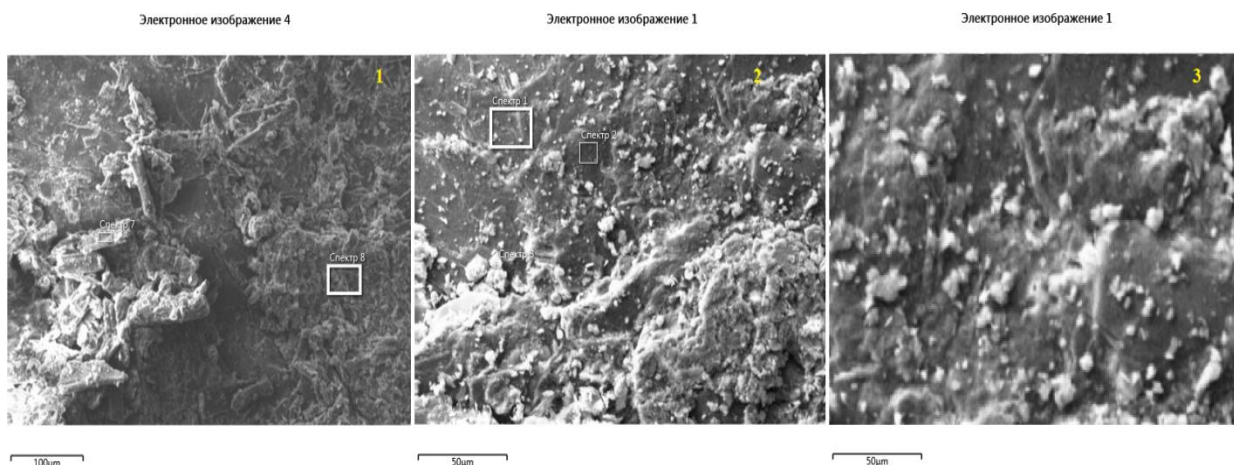
Natijalar va muhokama

Tadqiqotlarimiz natijasida AKP -1 markali antipiren tarkibini olishda sulfat kislota haroratga barqaror stakanga solindi va aralashtirilgan holda bishofit minerali sekinlik bilan solindi. Ushbu reaksiya ekzotermik jarayonlar bilan 2-3 soat amalga oshadi. So'ngra aralashmaga karbomid solinib aralashtirilgan holda jarayon 2 soat davom etadi. Aralashma bir xil ya'ni gomogen sistema hosil qilguncha aralashtiriladi [11, 12].

Keyingi bosqichda olingan AKP-1 markali antipirenni alyumokompozit panellarni olovbardosh kompozit qatlami uchun polietilen bilan aralashtirish va olovbardosh polimer kompozit tarkiblarini olishdan iborat.

Asosini AKP-1 markali antipirenni polimer materiallarni tarkibiga 10-40% gacha kiritish orqali materiallarni olovbardoshligi oshirilgan va ushbu kompozitlarni elektron mikroskopiyasi yordamida tarkibidagi moddalarni polietilen polimerlari yuzasiga tarqalishini aniqlash imkoniyati mavjud bo'ldi.

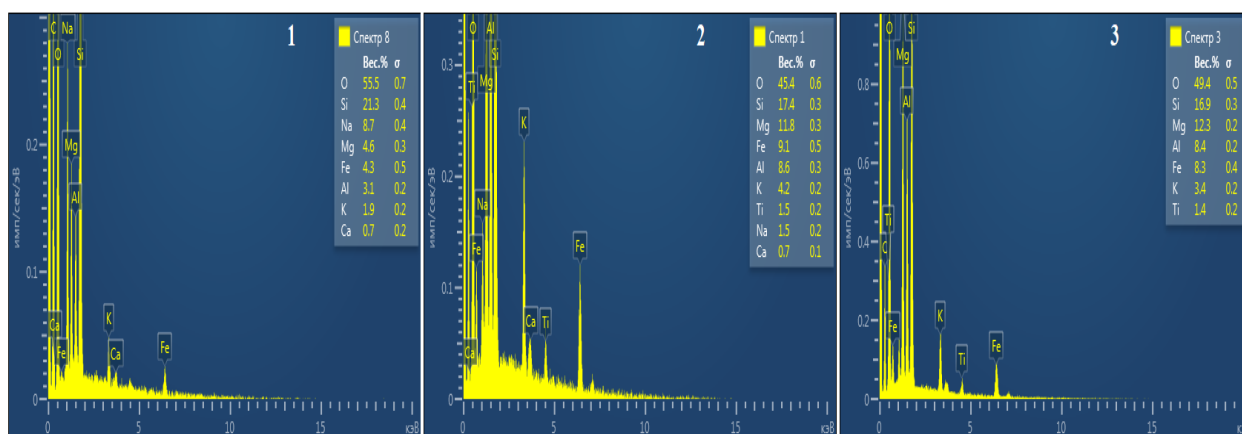
Tajriba sinov davrida namunalarning yuzasi 5 nm oltin kukuni bilan qoplandi va oltin kukuni bilan qoplash uchun QUORUM Q150 RS qurilmasi qo'llanilgan. Olingan yong'inbardosh polimer kompozitsiyaning namunasi olindi. Ushbu olingan AKP-1 markali antipirenni polimer materiallarni yuzasiga tarqalishi tahlillari alohida ko'rib chiqildi. AKP-1 markali antipirenni polimer materiallariga ishlov berilib uning yuzasini morfologik tuzilishi tadqiq etildi. SEM tahlilidan foydalanib 2-rasmda keltirilgan (1-3 gacha bo'lgan SEM analizlari) SEM analizlarida kuzatish natijasida AKP -1 markali antipirenlar polimer materiallarni tarkibidagi snergetik ta'sirga ega birikmalarni 500 marta kattalashtirib ko'rilganda polimer materialini yuzasiga antipiren tarkibidagi moddalarni bir xilda tarqalganligi aniqlandi [13, 14].



2-rasm. AKP-1 markali antipirenlar bilan polimer materiallarni hosil qilgan kompozitlarni skanerli elektron mikroskop tahlili.

2-rasmdan ko'rinib turibdiki, ishlov berilgan polimer materiallarni elektron-mikroskop tahliliga e'tibor qaratsa bir tekis qatlam mavjudligini aniqlash mumkin bo'lib, ushbu qatlam materialning mexanik xossalarni yaxshilanishini ta'minlaydi. Element tahlili o'rganilganda antipiren tarkibidagi bishofit ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) mineralini tarkibidagi magniy polimerni olovbardoshligini oshirishga katta ta'sir etishi tahlillar orqali aniqlandi. Ushbu element analizi yordamida tahlillar olinganda xlor va

azot moddalari 0,5% dan kam bo'lganligi sababli analizda chiqmaganligi texnik holatlar bilan asoslantirildi (3-rasm):



3-rasm. AKP-1 markali antipirenlar bilan polimer materiallarni materiallarni hosil qilgan kompozitlarni element analiz tahlili.

Shunday qilib, mahalliy xomashyolar asosida olingan antipirenlar yordamida polimer materiallarni olovbardoshligini oshirish imkonini beradi. Olovbardosh polimer materiallarni qurilish materiallari sifatida tashqi va ichki fasadlar uchun keng qo'llash ekologik va iqtisodiy samaradorlikka olib keladi.

AKP-1 markali antipiren bilan modifikatsiyalangan olovbardosh alyuminiy kompozit panellarni differensial – termogravimetrik (termik destruksiya) usulda tahlil qilindi (4-rasm).

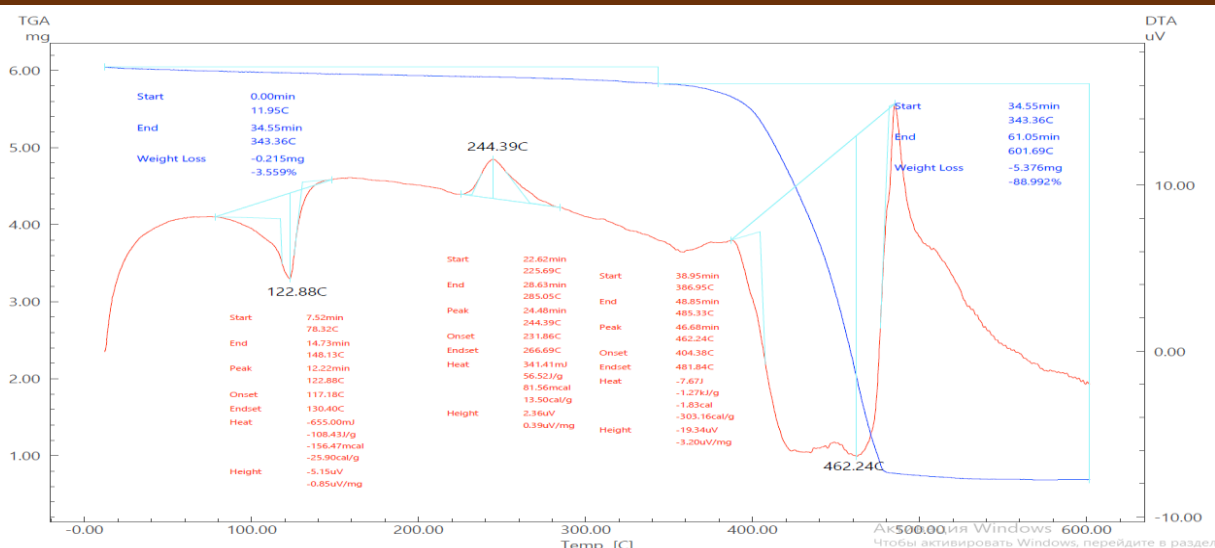
Differensial – termogravimetrik (termik destruksiya) aniqlash usuli DTG-60/(SHIMADZU) qurilmasida ishlovchi derivatografda aniqlandi. Ushbu usul polimer materiallarni 10-600 °C haroratlar oralig'ida, harorat ko'tarilish tezligi 2-5 g/min bo'lganda issiqlik ta'sirlarining o'zgarishiga asoslangan.

Ushbu DTA tahlilida ekzo va endotermik egri chiziqlarni o'zgartirish ko'rsatilgan bo'lib, namunalarda harorat oshib borishi bilan o'zgarishlarga uchragan, chunki olovbardosh polimer materiallarni tarkibida qisman oksidlanish va antipiren tarkiblarni harorat ta'sirida kislorod bilan ta'sirlashishi 80-100 °C haroratlarda qisman seziladi. Ushbu jarayonda polimer kompozit strukturasida hech qanday kimyoviy o'zgarishlar sodir bo'lmaydi va deb qarash mumkin, chunki analoglar bilan mos keladi.

Termogravimetriya (TGA) egri chizig'ining tahlili shuni ko'rsatadiki, TGA egri chizig'ida 2 ta intensiv parchalanadigan harorat oralig'ida amalga oshadi.

1-parchalanadigan oraliq 11,95-343,36 oS harorat oralig'ida sodir bo'ldi 0,215 mg yoki 3,559% massa yo'qotildi. Ikkinchi parchalanadigan oraliq 343,36–601,69 °C haroratlarda kuzatildi 5,08 mg yoki 84,3% massa yo'qotganligini aniqlandi. 460-462 °C harorat oralig'ida 3,1 mg yoki 50% massa yo'qotilganligi aniqlandi.

Shunday qilib 11,95–601,69 °C harorat intervalida massaning umumiy kamayishi 61,05 daqiqa vaqt davomida 5,3 mg yoki 84,3% ni tashkil etganligi aniqlandi. Termogravimetrik tahlil egri chizig'i va differensial termik tahlil egri chizig'ining tahlili quyidagi 1-jadvalda keltirilgan. Jadvaldan ko'rishimiz mumkinki, ikki oraliq parchalanishda eng yuqori massa yo'qotilishini ko'rishimiz mumkin, ya'ni bu oraliqda massaning 84,3% yo'qotilgan.



4-rasm. AKP -1 markali antipirenlar bilan modifikatsiyalangan olovbardosh polimer materiallarni termik destruksiya.

Shunday qilib, 10-600 °C haroratlar oralig'ida AKP-1 markali antipirenlar bilan modifikatsiyalangan olovbardosh polimer materiallarni (Polietilen: AKP-1) differensial-termogravimetrik (termik destruksiya) usulda tahlillari o'rganildi va 460-462 °C harorat oralig'ida 50% massa yo'qotilganligi aniqlandi.

1-jadval. Termogravimetriya (TGA) egri chizig'ining tahlili

Harorat , °C	Vaqt, daqqa	Massa, (mg)	Yuqotilgan massa, (%)
11,95-343,36	34,55	0,215	3,559
343,36-601,69	26,5	5.08	84,3

Taklif etilayotgan polietilen asosidagi polimer materiallarni tarkibida azot, fosfor va magniy bo'lgan antipirenlar bilan turli konsentratsiyada modifikatsiyalash hamda yuqori to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan alyuminiy kompozit panellar (AKP) olingan va ularni olovbardosh qurilish materiallari sifatida qo'llash tavsiya etish mumkin.

Xulosa

Xulosa qilib ayganda AKP-1 markali antipiren asosida olingan polimer kompozitlarning skanerli elektron-mikroskop va element analiz usul yordamida tadqiq etildi. Olingan olovbardosh polimer kompozitlarni elektron mikroskop va element tahlil natijalarini o'rganish orqali AKP-1 markali antipirenni polietilen asosidagi polimer materiallarni tarkibiga tarqalishi o'rganildi.

Shunday qilib, 10-600 °C haroratlar oralig'ida AKP-1 markali antipirenlar bilan modifikatsiyalangan olovbardosh polimer materiallarni (Polietilen: AKP-1) differensial – termogravimetrik (termik destruksiya) usulda tahlillari o'rganildi va 460-462 °C harorat oralig'ida 50% massa yo'qotilganligi aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1] O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining "Yong'in xavfsizligini ta'minlashning sifat jihatidan yangi tizimi joriy etilganligi munosabati bilan vazirlar mahkamasining «davlat yong'in nazorati to'g'risidagi nizomni tasdiqlash haqida» 2013-yil 4-oktyabrdagi 272-son qaroriga o'zgartirish va qo'shimchalar kiritish to'g'risida" 2023-yil 23-noyabr, 615-son qarori. <https://lex.uz/uz/docs/6674603>
- [2] O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2023-yil 4-avgustdagi 332-sonli qarori. <https://lex.uz/docs/6556234?ONDATE=04.08.2023>

- [3] Нуркулов Ф.Н., Мусаев А.Х. Полимер қурилиш материаллари кислород индексига металл сақлаган антипиренлар таъсирини ўрганишни тадқиқ қилиш // “Yong‘in-portlash xavfsizligi” ilmiy-amaliy elektron jurnal 2024. ISSN 2181-9327 № 1 (14), 2024. 191-196 бет.
- [4] Хо‘jaqulov Jo‘rabek. Olovbardosh polimer qurilish materiallarni tayyorlashning texnologik jarayonlari // O‘zbekiston respublikasi oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi andijon davlat chet tillari instituti ijtimoiy gumanitar fanlar, pedagogika va psixologiya kafedrasining “Zamonaviy ta’lim: yangi yondashuvlar va dolzarb tadqiqotlar” respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. Andijon 2023 yil 16-17 may.
- [5] Preventive measures for fire-related injuries and their risk factors in residential buildings: a systematic review Mohammadreza Shokouhi, Khadijeh Nasiriani., J Inj Violence Res. 2019 Jan; 11(1): 1–14. doi: 10.5249/jivr.v11i1.1057.
- [6] Aluminum Composite Panels Market by Type (Fire Resistant, Anti-bacterial, Anti-Static), by Coating Base (Polyvinylidene Difluoride (PVDF) and Polyethylene (PE), by Application (Building & Construction, Advertising boards, Transportation), by Region (North America, Europe, Asia-Pacific and Rest of World) - Forecast to 2032 Source: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/aluminum-composite-panels-market-2631>.
- [7] Ф.Н.Нуркулов, Тўра Суннат Шомансурхон, Ж.Халилов // Fosforli oligomerik antipirenlarni o‘rganish // ЎЗМУ хабарлари 2021 (3/1) ISSN 2181-7324. С 286-290.
- [8] А.Т.Джалилов., Н.А. Самигов, Ф.Н.Нуркулов, И.И. Сиддиқов, С.Қ.Жумаев. Маҳаллий хомашёлар асосидаги янги авлод антипиренларнинг ёғоч материалларига таъсири. –Т.: «Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi», 2021 . С. 176 .
- [9] Srivastava G, Nakrani D, Ghoroi C (2020) Performance of Combustible Facade Systems with Glass, ACP and Firestops in Full-Scale, Real Fire Experiments. Fire Technology. doi:10.1007/s10694-019-00943-4
- [10] McLaggan M.S, Hidalgo J.P, Carrascal J, et al (2020) Flammability trends for a comprehensive array of cladding materials. Fire Safety Journal. doi: 10.1016/j.firesaf.2020.103133
- [11] Buvaraimov Z.K., , Nurkulov F.N., Jalilov A.T. Investigation of physico-chemical properties of modern flame-retardant polyvinyl chloride composites // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2023. 7(112). – С-4. URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15737>. (02.00.00; № 1)
- [12] У.Б. Қадиров. Қурилиш материаллари ва конструкцияларининг оловбардошлик хусусиятларини тадқиқ қилиш // Ўзбекистон Республикаси ФВВ Академияси “Ёнғин–портлаш хавфсизлиги” илмий–амалий электрон журнали 1(8)2022 йил. 405–414 бетлар
- [13] Ф.Н. Нуркулов., У.Б. Қадиров. Қурилиш материаллари ва конструкцияларини ишлаб чиқишнинг бугунги кундаги ҳолати // Ўзбекистон Республикаси ФВВ Академияси, “Ёнғинлар юзасидан терговга қадар текширув соҳасидаги муаммолар ва уларнинг ечимлари” мавзусидаги илмий амалий анжумани материаллари тўплами. 2023 йил 28 февраль. Т.: 433–437 бетлар.
- [14] Ф.Н. Нуркулов., У.Б. Қадиров. Оловбардош қурилиш материаллари ва конструкциялари асосий таркиби ва уларнинг хоссаларининг таҳлили // Ўзбекистон Республикаси ФВВ Академияси, “Ёнғинлар юзасидан терговга қадар текширув соҳасидаги муаммолар ва уларнинг ечимлари” мавзусидаги илмий амалий анжумани материаллари тўплами. 2023 йил 28 февраль Т.:437–448 бетлар.