


UO‘K: 541:678.74:614.841

 10.70769/3030-3214.SRT.4.1.2026.29

STABILIZATOR VA TO‘LDIRUVCHILAR BILAN  
MODIFIKATSIYALANGAN PVX ASOSIDA OLINGAN OLOVBARDOSH  
MATERIALNING INFRAQIZIL (IQ) SPEKTROSKOPIK TAHLILI



**Abdirashidov Durbek Abdirashid o'g'li**

Qarshi davlat texnika universiteti, "Kimyo muhandisligi va biotexnologiyalar" kafedrası v.b. dotsenti, t.f.f.d. (PhD), Qarshi, O'zbekiston  
E-mail: [durbek.abdirashidov95@mail.ru](mailto:durbek.abdirashidov95@mail.ru)  
ORCID ID: 0009-0007-5863-8938  
Science ID: FQD-0326-0032

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada polivinilxlorid (PVX) asosida stabilizator va to'ldiruvchilar yordamida modifikatsiyalangan olovbardosh materialning fizik-kimyoviy xossalari o'rganildi. Tadqiqotda PVX, dioktilftalat (DOF), melamin sianurat (MCA) va talk asosida kompozit materiallar tayyorlanib, ularning tuzilishi infraqizil (IQ) spektroskopiya yordamida tahlil qilindi. Spekr natijalari orqali kompozitsiya tarkibidagi asosiy funksional guruhlar, jumladan C–H, C–Cl, C=O, N–H va Si–O bog'lanishlari aniqlanib, qo'shimchalarning material tarkibiga muvaffaqiyatli kiritilgani tasdiqlandi. Tadqiqot natijalari PVX asosidagi materiallarning olovbardoshligini oshirish, tutun ajralishini kamaytirish hamda mexanik xossalari yaxshilash imkonini ko'rsatdi.

**Kalit so'zlar:** polivinilxlorid, DOF, melamin sianurat, talk, olovbardoshlik, IQ spektroskopiya, kompozit material, stabilizator, to'ldiruvchi.

ИНФРАКРАСНЫЙ (ИК) СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
ОГНЕСТОЙКОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПВХ,  
МОДИФИЦИРОВАННОГО СТАБИЛИЗАТОРАМИ И НАПОЛНИТЕЛЯМИ

**Абдирашидов Дурбек Абдирашид угли**

Каршинский государственный технический университет, кафедра «Химическая инженерия и биотехнологии», и.о. доцента, PhD,  
Карши, Узбекистан

**Аннотация.** В данной статье исследованы физико-химические свойства огнестойкого материала на основе поливинилхлорида (ПВХ), модифицированного стабилизаторами и наполнителями. Композиционные материалы на основе ПВХ, диоктилфталата (ДОФ), цианурата меламин и талька были получены и проанализированы методом инфракрасной (ИК) спектроскопии. По результатам спектрального анализа установлено наличие функциональных групп C–H, C–Cl, C=O, N–H и Si–O, что подтверждает успешное введение добавок в структуру материала. Полученные результаты свидетельствуют о повышении огнестойкости, снижении дымообразования и улучшении механических свойств ПВХ-композиций.

**Ключевые слова:** поливинилхлорид, ДОФ, цианурат меламин, тальк, огнестойкость, ИК спектроскопия, композит, стабилизатор, наполнитель.

## INFRARED (IR) SPECTROSCOPIC ANALYSIS OF A FLAME-RETARDANT MATERIAL BASED ON PVC MODIFIED WITH STABILIZERS AND FILLERS

*Abdirashidov Durbek Abdirashidovich*

*Karshi State Technical University, Department of Chemical Engineering and Biotechnology, Acting Associate Professor, PhD, Karshi, Uzbekistan*

**Abstract.** *This study investigates the physicochemical properties of a flame-retardant material based on polyvinyl chloride (PVC) modified with stabilizers and fillers. Composite materials consisting of PVC, dioctyl phthalate (DOF), melamine cyanurate (MCA), and talc were prepared and analyzed using infrared (IR) spectroscopy. The spectral analysis confirmed the presence of key functional groups such as C–H, C–Cl, C=O, N–H, and Si–O, indicating the successful incorporation of additives into the material structure. The results demonstrate that the modified PVC composites exhibit enhanced flame retardancy, reduced smoke emission, and improved mechanical properties.*

**Keywords:** *polyvinyl chloride, DOF, melamine cyanurate, talc, flame retardancy, IR spectroscopy, composite material, stabilizer, filler.*

**Kirish.** Zamonaviy iqtisodiyotni kimyoviy texnologiyasiz tasavvur etib bo'lmaydi. Chunki qurilish, avtomobilsozlik hamda elektronika sanoatida keng qo'llanilayotgan polimer materiallar yengilligi, yuqori mustahkamligi, uzoq muddat xizmat qilishi va nisbatan arzonligi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, polimerlarning ushbu afzalliklari qatorida ularning olovbardoshligini oshirish masalasi alohida ahamiyat kasb etadi.

Mazkur nuqtai nazardan tadqiqot obyekti sifatida polimerlar orasidan polivinilxlorid (PVX) tanlab olindi. PVX termoplastik polimer bo'lib, ishlab chiqarish hajmi bo'yicha jahon miqyosida polietilen va polipropilendan keyin uchinchi o'rinda turadi.

Polivinilxloridning boshqa polimerlardan asosiy farqli jihati uning tarkibida xlor elementining yuqori miqdorda (massasiga nisbatan taxminan 57%) mavjudligidir. Aynan ushbu xlor atomlari PVXning ma'lum darajada olovbardoshlik xususiyatini ta'minlaydi. Biroq, PVX olovbardosh polimer bo'lishiga qaramay, yonish jarayonida ayrim salbiy holatlar kuzatiladi. Xususan, yonish vaqtida quyuq qora tutun hosil bo'lishi va toksik vodorod xlorid (HCl) gazining ajralib chiqishi inson salomatligiga zarar yetkazadi. Bundan tashqari, HCl gazining namlik bilan reaksiyaga kirishishi natijasida korroziv muhit hosil bo'lib, metall konstruksiyalarga zarar yetkazishi mumkin.

Mazkur kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida PVX tarkibini mineral to'ldiruvchilar va galogensiz antipirenlar bilan modifikatsiyalash

muhim hisoblanadi.

Ushbu yo'nalishda mahalliy va xorijiy olimlar tomonidan keng qamrovli ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Jumladan, Y. Chen, Q. Wu, N. Li, T. Tang, X. Xie, C. Zhang va Y. Zuo tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda PVX kompozitlarining olovbardoshlik va tutun hosil bo'lishini kamaytirish xususiyatlari o'rganilgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, bunday modifikatsiyalangan kompozitsiyalar PVXning olovbardoshligini sezilarli darajada oshirib, kislorod chegaraviy indeksi (LOI) 27% dan yuqori qiymatlarga yetgan. Shu bilan birga, tutun zichligi maksimal qiymati 46,7% ga kamayganligi aniqlangan. Termogravimetrik tahlil natijalari kompozitlarning termal barqarorligi 45,3°C ga oshganini ko'rsatadi. Bundan tashqari, kompozitlarning mexanik xossalari ham yaxshilanib, cho'zilish darajasi 234,9% gacha va mustahkamligi 25,8 MPa gacha yetgan. Mualliflar tomonidan taklif etilgan tizim ekologik xavfsiz, iqtisodiy jihatdan samarali hamda amaliy ahamiyatga ega bo'lib, ayniqsa qurilish sohasida qo'llaniladigan PVX asosidagi materiallar uchun istiqbolli yechim sifatida baholanadi [1; 1814-b.].

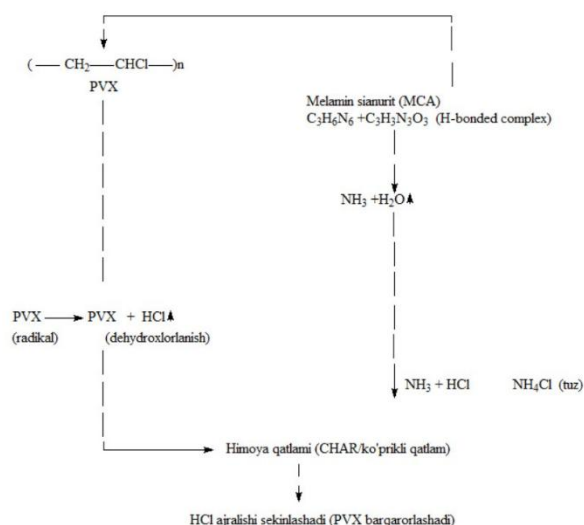
Polivinilxlorid (PVX) sanoat va maishiy mahsulotlar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladigan muhim polimerlardan biri hisoblanadi. Biroq, uni issiqlik ta'sirida qayta ishlash jarayonida termik barqarorligi past bo'lib, polimer zanjirining parchalanishi natijasida polien tipidagi mahsulotlar hosil bo'ladi [2; 9–12-betlar]. Shu sababli PVXning termik barqarorligini oshirish, qayta ishlash



tasdiqlaydi.

717,52 sm<sup>-1</sup> da kuzatilgan cho‘qqi PVX uchun xarakterli belgilardan biri bo‘lib, u C–Cl (uglerod–xlor) bog‘lanishining valent tebranishlariga tegishlidir. PVX tarkibida xlor atomlari katta miqdorda mavjud bo‘lgani sababli, ushbu cho‘qqi uning IQ-spektrida doimiy ravishda namoyon bo‘ladi.

Bundan tashqari, 600 sm<sup>-1</sup> dan past diapazonda kuzatilgan cho‘qqilar majmuasi ham asosan C–Cl bog‘lanishlariga tegishli bo‘lib, ularning shakli va intensivligi polimer zanjirida xlor atomlarining joylashuviga bog‘liq.



**2-rasm. Melamin sianurat (MCA) – PVX stabilizatsiya mexanizmi.**

Umuman olganda, IQ-spektr tahlili natijalari tadqiq etilgan material tarkibida asosiy bog‘lanishlar sifatida C–H va C–Cl guruhlar mavjudligini ko‘rsatdi. Bu esa tahlil qilingan moddaning polivinilxlorid (PVX) asosidagi material ekanligini tasdiqlaydi.

Tadqiqot jarayonida PVX asosida olovbardosh materiallar olish texnologiyasini takomillashtirish maqsadida melamin sianuratdan foydalanildi. Melamin sianurat poliamid (neylon), poliuretan va boshqa polimer tizimlarda samarali antipiren (olovbardosh stabilizator) sifatida keng qo‘llaniladi. U kabel izolyatsiyasi, elektr texnika qismlari, avtomobil sanoati hamda turli maishiy va sanoat mahsulotlarida xavfsizlik talablarini ta‘minlash uchun ishlatiladi.

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijalari shuni

ko‘rsatdiki, melamin sianurat qo‘shimchasi polimer kompozitsiyalarning olovbardoshligini oshirishda samarali hisoblanadi, biroq uning qo‘llanilishi muayyan texnologik va ekspluatatsion omillarni hisobga olishni talab etadi.

Berilgan sxema polivinilxlorid (PVX)ning issiqlik ta‘sirida degradatsiyasi hamda melamin sianurat (MCA) qo‘shimchasi ishtirokida yuz beradigan sinergik stabilizatsiya jarayonini ifodalaydi. PVXning asosiy strukturaviy birligi (–CH<sub>2</sub>–CHCl–)<sub>n</sub> bo‘lib, yuqori harorat yoki ultrabinafsha (UV) nurlanish ta‘sirida degidroxlorlanish reaksiyasi sodir bo‘ladi. Natijada polimer zanjiridan vodorod xlorid (HCl) ajralib chiqadi va radikal jarayonlar boshlanib, PVX polien tuzilmalarga degradatsiyalanadi. Polienlarning hosil bo‘lishi PVX rangining sarg‘ayishi, mexanik mustahkamligining pasayishi hamda fotodegradatsiya jarayonlarining kuchayishiga olib keladi.

Melamin sianurat (MCA) — C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>N<sub>6</sub>·C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub> tarkibli kompleks bo‘lib, u vodorod bog‘lari orqali hosil bo‘lgan. Termik ta‘sirida MCA endotermik parchalanadi va bu jarayonda NH<sub>3</sub> hamda H<sub>2</sub>O bug‘lari ajralib chiqadi. Hosil bo‘lgan ammiak (NH<sub>3</sub>) PVXdan ajralib chiqqan HCl bilan o‘zaro ta‘silashib quyidagi reaksiyani hosil qiladi:



Mazkur reaksiya PVX degradatsiyasi jarayonida ajralayotgan HCl ni neytrallab, NH<sub>4</sub>Cl ko‘rinishidagi himoya qatlamining hosil bo‘lishiga olib keladi. Ushbu qatlam quyidagi funksiyalarni bajaradi:

- PVX sirtini kislorod va issiqlik ta‘siridan himoya qiladi;
- degradatsiya jarayoni tezligini pasaytiradi va material xizmat muddatini uzaytiradi;
- PVXning termik barqarorligini oshiradi;
- HCl ishtirokidagi zanjir-parchalanish reaksiyalarining qayta boshlanishini oldini oladi.

Endotermik parchalanish jarayoni issiqlikni yutib, degradatsiya kinetikasini sekinlashtiradi va termik stabilizatsiya samaradorligini oshiradi. Melamin sianurat PVX bilan bevosita kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi, biroq HCl ni bog‘lash, erkin radikallarni passivlashtirish va himoya (char) qatlam hosil qilish orqali fizik-kimyoviy sinergiya natijasida stabilizatsiya effektini namoyon qiladi.

Shu sababli MCA PVX uchun ekologik xavfsiz, samarali va past zaharlilikka ega stabilizator sifatida qaraladi.

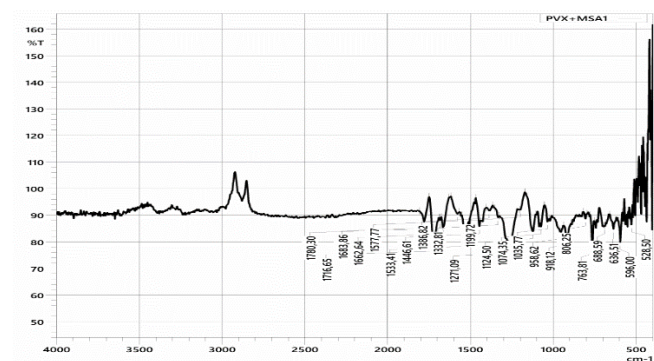
MCAning muhim afzalliklaridan biri uning galogenlardan xoli ekanligidir, ya'ni tarkibida xlor yoki brom mavjud emas. Bu esa yonish jarayonida zaharli va korroziv gazlar ajralib chiqishini kamaytiradi. Shuningdek, u yuqori samaradorlikka ega bo'lib, polimerlarning yonuvchanligini sezilarli darajada kamaytiradi va tutun hosil bo'lishini minimallashtiradi.

Biroq melamin sianuratning ayrim kamchiliklari ham mavjud. Xususan, uning suvda past eruvchanligi polimerlarga qo'shishda maxsus texnologik ishlov berishni talab qiladi. Shuningdek, qayta ishlash jarayonida ayrim qiyinchiliklar yuzaga kelishi mumkin.

Tajriba jarayonida PVX+DOF+melamin sianurat asosida olingan kompozit material granulasining infraqizil (IQ) spektroskopik tahlili Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy-tadqiqot institutida o'tkazildi (2.9-rasm).

IQ-spektrdagi har bir cho'qqi ma'lum funksional guruhlarining mavjudligini ko'rsatadi. Spektrning yuqori to'lqin sonlari sohasidagi asosiy cho'qqilar C–H valent tebranishlariga tegishli bo'lib, ular PVX polimer zanjiridagi (–CH<sub>2</sub>–CHCl–) bog'lanishlarini ifodalaydi.

Kompozit tarkibida DOF va melamin sianurat mavjudligi 1780,30 sm<sup>-1</sup>, 1716,65 sm<sup>-1</sup> va 1683,86 sm<sup>-1</sup> diapazonlarda kuzatilgan cho'qqilar orqali tasdiqlanadi. Ushbu cho'qqilar karbonil (C=O) guruhlari tebranishlariga mos kelib, kompozitsiya tarkibiga kiritilgan qo'shimchalarning mavjudligini asoslaydi.



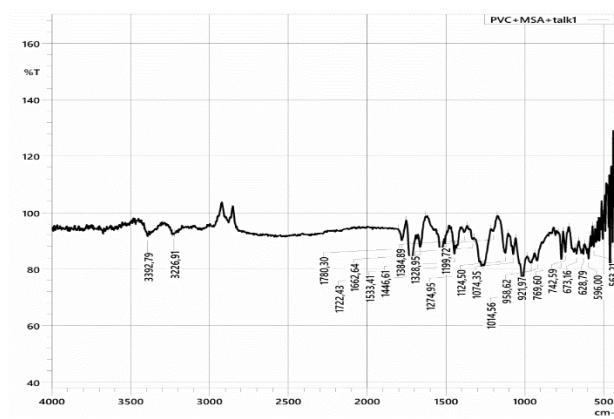
**3-rasm. PVX+DOF+Melamin sianurat aralashmasidan olingan materialning infraqizil (IQ) spektroskopiyasidagi tahlili.**

IQ-spektr tahlilida 1662,64 sm<sup>-1</sup> va 1577,77 sm<sup>-1</sup> diapazonlarda kuzatilgan cho'qqilar ikkilamchi aminlar hamda antipiren xususiyatga ega bo'lgan melamin sianurat mavjudligini ko'rsatadi. 1446,61 sm<sup>-1</sup> da qayd etilgan cho'qqi C–H guruhining deformatsion (egilish) tebranishlariga tegishli bo'lib, bu PVX polimeriga xos belgilaridan biridir.

1386,82 sm<sup>-1</sup>, 1332,81 sm<sup>-1</sup> va 1271,09 sm<sup>-1</sup> diapazonlarda kuzatilgan cho'qqilar murakkab efir bog'lanishlariga xos bo'lgan C–O–C guruhlarining tebranishlariga tegishli bo'lib, ular plastifikator (DOF) hamda stabilizatorlar (melamin sianurat) tarkibida mavjudligini tasdiqlaydi.

1199,72 sm<sup>-1</sup>, 1124,50 sm<sup>-1</sup> va 1074,35 sm<sup>-1</sup> da kuzatilgan cho'qqilar mineral to'ldiruvchilar (masalan, silikatlar, boratlar) yoki intumesent tizimlarga xos tebranishlarga mos keladi. 806,25 sm<sup>-1</sup>, 763,81 sm<sup>-1</sup> va 688,59 sm<sup>-1</sup> diapazonlardagi cho'qqilar esa PVX uchun xarakterli bo'lgan C–Cl (uglerod–xlor) bog'lanishlarining valent tebranishlarini ifodalaydi va materialning PVX asosida ekanligini tasdiqlaydi.

958,62 sm<sup>-1</sup> va 636,51 sm<sup>-1</sup> da kuzatilgan cho'qqilar kompozitsiya tarkibiga kiritilgan olovbardosh qo'shimchalar hamda mineral to'ldiruvchilarning mavjudligini ko'rsatadi.



**4-rasm. PVX+DOF+Melamin sianurat+Talk aralashmasidan olingan materialning infraqizil (IQ) spektroskopiyasidagi tahlili.**

Umuman olganda, IQ-spektr tahlili PVX+DOF+melamin sianurat asosida olingan materialning murakkab kompozit tizim ekanligini tasdiqlaydi. Unda asosiy polimer matritsadan tashqari plastifikator, stabilizator va olovbardoshlikni oshiruvchi qo'shimchalar mavjud.

Ayniqsa, 1800–1500  $\text{cm}^{-1}$  diapazondagi bir nechta cho‘qqilar kompozitsiyaning ko‘p komponentli va sinergik tizimdan iborat ekanligini ko‘rsatadi.

Keyingi bosqichda PVXning olovbardoshligini oshirish maqsadida PVX+DOF+melamin sianurat+talk aralashmasidan olingan materialning fizik-kimyoviy xossalari infraqizil (IQ) spektroskopiya usuli yordamida tahlil qilindi (3-rasm).

IQ-spektr tahlili natijalariga ko‘ra, har bir cho‘qqi (pik) ma‘lum funksional guruhlarining mavjudligini ifodalaydi. Spektrning yuqori to‘lqin sonlari sohasida kuzatilgan cho‘qqilar O–H (gidroksil) guruhining valent tebranishlariga mos keladi. Bu holat mineral to‘ldiruvchi — talk ( $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ) tarkibidagi gidroksil guruhlar mavjudligini ko‘rsatadi. Mazkur cho‘qqilar sof PVX spektrida kuzatilmaydi.

3000–2800  $\text{cm}^{-1}$  diapazondagi cho‘qqilar PVX polimer zanjiriga xos bo‘lgan C–H valent tebranishlariga tegishlidir. 1780,30  $\text{cm}^{-1}$  va 1722,43  $\text{cm}^{-1}$  da kuzatilgan cho‘qqilar karbonil (C=O) guruhlarining mavjudligini ko‘rsatib, bu material tarkibiga qo‘shilgan dioktilftalat (DOF) va melamin sianurat bilan bog‘liq ekanligini tasdiqlaydi.

1662,64  $\text{cm}^{-1}$  va 1533,41  $\text{cm}^{-1}$  diapazonlardagi cho‘qqilar melamin sianurat tarkibidagi murakkab funksional guruhlar (masalan, N–H deformatsion tebranishlari va amid guruhlar) mavjudligini bildiradi. 1446,61  $\text{cm}^{-1}$  da qayd etilgan cho‘qqi esa C–H guruhining egilish tebranishlariga tegishli bo‘lib, PVX uchun xos belgidir.

1384,89  $\text{cm}^{-1}$  va 1328,95  $\text{cm}^{-1}$  diapa-

zonlardagi cho‘qqilar Si–O–Si bog‘lanishlariga mos keladi, bu esa talkning kremniy-kislorod skeleti mavjudligini ko‘rsatadi. 1199,72  $\text{cm}^{-1}$ , 1124,50  $\text{cm}^{-1}$  va 1074,35  $\text{cm}^{-1}$  dagi cho‘qqilar ham Si–O hamda Si–O–Mg bog‘lanishlariga tegishli bo‘lib, kompozitsiyada talk mavjudligini yana bir bor tasdiqlaydi.

958,62  $\text{cm}^{-1}$ , 769,60  $\text{cm}^{-1}$  va 742,59  $\text{cm}^{-1}$  diapazonlardagi cho‘qqilar PVX uchun xarakterli bo‘lgan C–Cl (uglerod–xlor) bog‘lanishlarining valent tebranishlarini ifodalaydi. 673,16  $\text{cm}^{-1}$  va 628,79  $\text{cm}^{-1}$  dagi kuchli cho‘qqilar esa Mg–O yoki Si–O bog‘lanishlariga tegishli bo‘lib, talkning mineral tuzilmasiga xos hisoblanadi.

**Xulosa.** IQ-spektr tahlili natijalariga asoslanib, olingan material polivinilxlorid, melamin sianurat va talk minerali asosidagi kompozit tizim ekanligi aniqlandi. PVXning mavjudligi 2900  $\text{cm}^{-1}$  atrofidagi C–H hamda 1000–500  $\text{cm}^{-1}$  oralig‘idagi C–Cl cho‘qqilari orqali tasdiqlandi. Talkning mavjudligi 3600–3200  $\text{cm}^{-1}$  diapazondagi O–H cho‘qqilari hamda 1300–600  $\text{cm}^{-1}$  oralig‘idagi Si–O va Mg–O bog‘lanishlariga xos cho‘qqilar bilan isbotlandi. Melamin sianuratning mavjudligi esa 1800–1500  $\text{cm}^{-1}$  diapazondagi qo‘shimcha cho‘qqilar orqali aniqlangan.

Mazkur kompozit material PVXning olovbardoshligini oshirish, tutun ajralishini kamaytirish hamda mexanik xossalarni yaxshilash maqsadida sintez qilindi. Ushbu tizimda talk nafaqat to‘ldiruvchi, balki olovbardoshlikni oshiruvchi komponent sifatida ham muhim rol o‘ynaydi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

- [1] Chen, Y., Wu, Q., Li, N., Tang, T., Xie, X., Zhang, C., & Zuo, Y. (2023). The flame retardancy and smoke suppression performance of polyvinyl chloride composites with an efficient flame retardant system. *Coatings*, 13(10), 1814. <https://doi.org/10.3390/coatings13101814>
- [2] Ершова, О. В., & Чупрова, Л. В. (2015). Получение композиционного материала на основе вторичного поливинилхлорида и техногенных минеральных отходов. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, (5-1), 9–12.
- [3] Wang, X., Song, L., Xing, W., Lu, H., & Hu, Y. (2011). Flame retardancy and thermal degradation of PVC composites containing melamine cyanurate and zinc borate. *Polymer Degradation and Stability*, 96(2), 247–253. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2010.11.003>
- [4] Camino, G., Costa, L., & Trossarelli, L. (1984). Study of the mechanism of intumescence in fire retardant polymers: Part I—Thermal degradation of ammonium polyphosphate–pentaerythritol mixtures. *Polymer Degradation and Stability*, 6(4), 243–252. [https://doi.org/10.1016/0141-3910\(84\)90010-2](https://doi.org/10.1016/0141-3910(84)90010-2)