GIDROLIZLANGAN POLIAKRILONITRILNI MODIFIKATSIYALAB OLINGAN POLIMER PIGMENTLARNING FUNKSIONAL TARKIBI VA TERMOBARQARORLIK XOSSALARINING O'ZARO BOG'LIQLIGI

Ikromov Ulug'bek G'afur o'g'li
Buxoro davlat texnika universiteti
Shirinov Shavkat Davlatovich
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti
Axmedov Vohid Nizomovich
Buxoro davlat texnika universiteti
Abdumo'minov Asror Zokirovich
Buxoro davlat texnika universiteti

Annotatsiya: Gidrolizlangan poliakrilonitrilni fosfor va kobalt ionlari bilan modifikatsiyalab olingan termobarqaror pigmentining kislorod indeksi, (LOI) 27–30 % oralig'ida bo'lib, bu ularning yuqori olovga chidamlilik darajasini tasdiqlaydi. Tadqiqot natijalari GIPAN asosidagi polimerlarning termik barqaror kompozitsion materiallar sifatida qo'llanish imkoniyatlarini asoslaydi.

Kalit so'zlar: kislorod indeks, GIPAN, temobarqaror, pigment, CoCl2.

Abstract: The limiting oxygen index (LOI) of the thermally stable pigment obtained by modification of hydrolyzed polyacrylonitrile with phosphorus and cobalt ions lies in the range of 27–30%, which confirms its high level of flame retardancy. The results of the study substantiate the potential application of GIPAN-based polymers as thermally stable composite materials.

Keywords: limiting oxygen index, GIPAN, thermally stable, pigment, $CoCl_2$.

Аннотация: Кислородный индекс (LOI) термостойкого пигмента, полученного путем модификации гидролизованного полиакрилонитрила ионами фосфора и кобальта, находится в диапазоне 27–30%, что подтверждает их высокий уровень огнестойкости. Результаты исследования обосновывают возможность применения полимеров на основе ГИПАН в качестве термостойких композиционных материалов.

Ключевые слова: кислородный индекс, ГИПАН, термостойкий, пигмент, $CoCl_2$.

Kirish

Polimer materiallarning issiqlikka va olovga chidamliligini oshirish zamonaviy materialshunoslikning eng muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Xususan, polimerlar asosidagi pigmentlar va kompozitsion materiallarning termik barqarorligini ta'minlash, sanoatning ko'plab sohalarida - qurilish, elektrotexnika, transport va yong'inga qarshi himoya qoplamalari ishlab chiqarishda - dolzarb masala bo'lib qolmoqda.

ISSN 3030-3907

Shu bilan birga, polimer pigmentlar - ya’ni rang beruvchi hamda bir vaqtning o‘zida funksional xossalarga ega bo‘lgan qo‘shimchalar materiallarning termik va kimyoviy barqarorligini oshirishda alohida ahamiyatga ega. Ularning tarkibida metall ionlari, fosfat guruhlari yoki organik koordinatsion komplekslarning mavjudligi issiqlik barqarorligini kuchaytiradi va olov tarqalish tezligini pasaytiradi [1]. Bunday pigmentlar qoplamalarda, yong‘inga chidamli bo‘yoqlarda va korroziyaga qarshi himoya tizimlarida keng qo‘llaniladi.

Olovning xavfli xususiyatlari nafaqat inson hayotiga, balki moddiy boyliklarga ham katta zarar yetkazadi. Shu sababli, olovning ta’sirini kamaytirish va turli xil noxush xodisalarni oldini olish uchun olovbardosh materiallarni ishlab chiqishga qaratilgan turli xil ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Termobarqaror materiallar, masalan, metallar va temir-beton alangalanmaydi [2].

Olovga chidamli materiallar asosiy xossasi yonish jarayonini sekinlashtirish yoki to‘xtatish bilan bog‘liqdir. Bunday materiallarni baholashda bir nechta omillar e’tiborga olinadi: **yonish vaqti, kislorod indeksi, issiqlik intensivligi, tutun chiqishi, olov tarqalish tezligi hamda zaharli gazlarning ajralishi**. Olovga chidamli materiallar qo‘llanilish sohasi keng: ular yelimlar, moylash materiallari, avtomobil va samolyotlarning konstruktiv qismlari, elektron qurilmalar, binolar, dvigatelsozlik va kosmik texnika sohalarida keng qo‘llaniladi [3].

Metall asosidagi polimerlar polimer materiallarning asosiy guruhini tashkil etadi. Bunday materiallarning rivojlanishi va taraqqiyoti ularning tarkibidagi metallga bog‘liq bo‘lib, ular odatdagi organik polimerlarga nisbatan ancha yaxshiroq xossalarga ega bo‘lishi mumkin. Masalan, **ferrosen tarkibli polimerlar** a’lo darajadagi **havo, termik va fotokimyoviy barqarorlik** xususiyatlariga ega [4]. Shuningdek, ferrosenli birikmalar polimer materiallarda bir vaqtning o‘zida olovga chidamlilikni oshirish hamda tutun hosil bo‘lishini kamaytirish uchun qo‘llanilishi muhokama qilingan. Bunga ularning ko‘mirlanish qatlami (char) hosil qilish qobiliyati sabab bo‘ladi. Mualliflar ayrim ferrosenil hosilalarni tayyorlab, ularni polivinilxlorid (PVX) tarkibiga kiritgan va natijada tutunni kamaytirish hamda olovga chidamlilikni oshirishga erishilgan. Ferrosen tutgan polimerlarning LOI (kislorod indeksi) qiymatlari o‘rganilganda, 5–5,5% ga oshishi kuzatilgan [5].

Termik ta’sirda o‘z strukturaviy yaxlitligini saqlaydigan metall-fosforli polimer pigmentlar sintezi, ayniqsa poliakrilonitril asosidagi gidrolizlangan polimerlar (GIPAN) bilan birikmalarda, polimer kimyosining istiqbolli yo‘nalishlaridan biridir. Ushbu tadqiqotda fosfor va kobalt bilan modifikatsiyalangan GIPAN asosli polimer pigmentlar sintez qilinib, ularning termobarqarorlik darajasi va olovga chidamlilik ko‘rsatkichlari o‘rganilgan [6-9].

Tajriba qism

ISSN 3030-3907

Sintez jarayoni uch bo‘g‘izli kolbada, boshqariladigan qizdirish va reagentlar qo‘shish imkoniyati bilan jihozlangan reaktorda reaksion eritma tayyorlashdan boshlandi. Eritma ortofosfat kislotasi va kobalt (II) xlorid tuzi eritmasining 43:1 massa nisbatdagi aralashmasidan iborat bo‘lib, keyingi kondensatsiya reaksiyalari uchun optimal sharoit yaratildi. Aralashma doimiy aralashtirilib, 70-80°C haroratda bir soat davomida ushlab turildi, bu komponentlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni kuchaytirishga yordam beradi. Bunda dastlab eritma ko‘k rangda bo’lib ma’lum vaqtdan keyin binafsha rangga o‘tdi. Hosil bo’lgan binafsha rangli eritmaga oz-ozdan glitserin qo‘shib harorat 100-120 °C oralig‘ida, 1 soat mobaynida reaksiya olib borildi. Dastlabki binafsha rang och qizil ranga o‘tdi (1-ram). Olingan oraliq maxsulotga 10 %li xlorid kislota bilan neytrallab olingan GIPAN qo‘shib harorat 60-75 °C gacha tushirildi va jarayon 1-2 soat mobaynida olib borildi, natijada och pushti rangli termobarqaror pigment hosil bo‘ldi (2-rasm).

Yuqoridagi ma’lumotlarga asoslangan holatda sintez qilingan temobarqaror pigmentning termik xossalarini o’rganish maqsadida kislorod indeksi olindi va olingan ma’lumotlar anorganik polimerlarning kislorod indeksi qiymatlari bilan solishtirildi [10].

1-jadval.

Funksional guruhlarning kislorod indeksi.

Polimer turi	Kimyoviy tuzilishi (asosiy zanjir)	LOI qiymati (kislorod indeksi)
Polidimetilsiloksan (PDMS)	–Si–O–Si–	32–33 %
Polifosfazen	–P=N–P=N-	30–35 %
Polisilazan	–Si–N–Si–	32–36 %
Boraz (BN-polimer)	–B–N–	> 40 %
Polisulfidlar	–S–S–	25–28 %
Fosfat asosli polimerlar	–P–O–	30–38 %



1-rasm. Sintez qilingan oraliq mahsulot



2-rasm. U3 Pigmenti

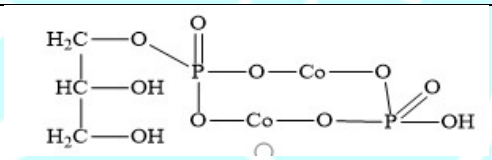
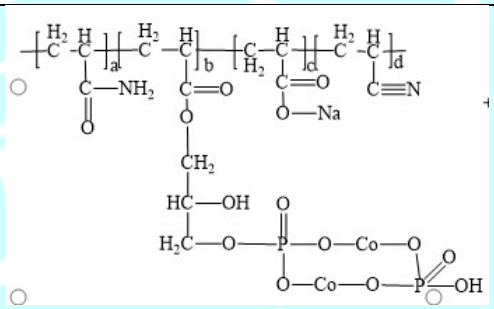
Sintez qilingan yangi tarkibli termobarqaror pigment va ushbu pigmentni sintez qilishda foydalanilgan ayrim xom-ashyo va oraliq maxsulotlarning kislorod indeksi quyidagi jadvalda keltirilgan [1,11].

ISSN 3030-3907

Olingan natijalar tahlili

2-jadval.

Pigment sintez qilishda foydalanilgan ayrim xom-ashyo va oraliq maxsulotlarning kislorod indeksi

Modda nomi	Kimyoviy tuzilishi (asosiy zanjir)	LOI qiymati (kislorod indeksi)
Poliakrilonitril (PAN)	[−CH2−CH(CN)−]n	17.8 %
Gidrolizlangan poliakrilonitril (GIPAN)	[−CH2−CH(CN)−]x[−CH2−CH(CONH2)−]y[−CH2−CH(COOH)−]z	19-20 %
$CoCl_2$+H_3PO_4+ Glitserin		28.7 %
$CoCl_2$ + H_3PO_4 + Glitserin + GIPAN (U3 pigmenti)		33.2 %
Yog‘och qarag‘ay		17-21 %

Yuqoridagi 2-jadvalda U3 pigmentining quritib, kukunsimon holatga o‘tkazilmasdan oldingi kislorod indeksi olindi va bu pigmentning qo’llanilish sohalaridan kelib chiqib turli xil konstratsiyadagi eritmalari bilan ishlov berilgan qarag‘ay yog‘ochining kislorod indeksi aniqlandi.Olingan ma’lumotlar quyidagi 3-jadvalda keltirildi.

3-Jadval.

U3 termobarqaror pigmentining turli foizlardagi kislorod indeksi

№	GIPAN massasiga nisbatan glitserinkobaltofosfat miqdori %	LOI qiymati (kislorod indeksi) %
1	2	24.1
2	4	26.4
3	6	28.9

ISSN 3030-3907

4	8	30.3
5	10	31.9

Xulosa: Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, fosfor va kobalt elementlari bilan modifikatsiyalangan gidrolizlangan poliakrilonitril (GIPAN) asosidagi polimer pigmentlar yuqori termobarqarorlik, yong‘inga va issiqlikka chidamli xossalarga ega kompleks modifikatsiyalangan tizimlar hisoblanadi. Ularning **kislorod indeksi (LOI) 27–33 %** oralig‘ida bo‘lib, bu ularning **o‘rta darajadagi yong‘in bardoshliligi chegarasidan yuqori** ekanligini ko‘rsatadi. Bunday qiymatlar metall-fosforli funksional guruhlar ishtirokida hosil bo‘lgan **ko‘mirlanish (char) qatlami** tufayli olov tarqalishining sekinlashishi va issiqlik oqimining kamayishi bilan izohlanadi.

Ushbu tadqiqot natijalari metall-fosforli komponentlar yordamida modifikatsiyalangan polimer tizimlarining **struktura–reaktivlik–xossa** bog‘liqligini chuqur o‘rganish uchun ilmiy asos yaratadi hamda yong‘inga xavfsiz, ekologik barqaror polimer materiallar ishlab chiqish yo‘nalishida yangi imkoniyatlar ochadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Chu F. et al. Novel glycerol-based polymerized flame retardants with combined phosphorus structures for preparation of high performance unsaturated polyester resin composites //Composites Part B: Engineering. – 2022. – T. 233. – C. 109647.
2. Ivings M. J. et al. Flammable gas cloud build up in a ventilated enclosure //Journal of hazardous materials. – 2010. – T. 184. – №. 1-3. – C. 170-176.
3. Khan M. M., Tewarson A., Chaos M. Combustion characteristics of materials and generation of fire products //SFPE handbook of fire protection engineering. – New York, NY : Springer New York, 2016. – C. 1143-1232.
4. Lorkowski H. J. Ferrocene polymers //Polymer Science USSR. – 1973. – T. 15. – №. 2. – C. 358-373.
5. Carty P., Grant J., Metcalfe E. Flame-retardancy and Smoke-suppression Studies on Ferrocene Derivatives in PVC //Applied organometallic chemistry. – 1996. – T. 10. – №. 2. – C. 101-111.
6. Ikromov U.G‘ Gidrolizlangan poliakrilonitril asosida polimer kompleks birikmalar olish va ularning xossalarini o‘rganish // “O‘zbekistonda ilm-fan, kimyo texnologiya va ishlab chiqarish istiqbollari” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi – Navoiy, 2024. – 231–232 b.
7. Ikromov U.G‘.,Shirinov Sh.D. Исследование ИК-спектра соединения гидролизованного полиакрилонитрила с ионом меди (Cu^{2+}) // Kimyo fanining muammolari, sanoat sohalariga tatbiqi va yashil texnologiyalar mavzusidagi xalqaro anjuman. –Namangan, 18-19 aprel 2025. – 869–871 b.

ISSN 3030-3907

8. Ikromov U.G‘., Shirinov Sh.D. Gipan va kobalt (II) xlorid asosida olingan mahsulotning DTA tahlili // Коллоидная химия: инновации и решения для химической технологии, экологии и промышленности. – Termiz, 7-8- fevral 2025-y. – 321–322 b.
9. Икромов У., Ширинов Ш. Исследование растворимости олигополимера на основе гидролизованного полиакрилонитрила, содержащего медь, в различных растворителях //Universum: технические науки. – 2025. – Т. 6. – №. 5 (134). – С. 15-17.
10. Mishra R. K., Eren T., Wang D. Y. Inorganic Polymers as Flame-R etardant Materials //Smart Inorganic Polymers: Synthesis, Properties, and Emerging Applications in Materials and Life Sciences. – 2019. – С. 197-241.
11. Ren Y. et al. Preparation of flame retardant polyacrylonitrile fabric based on sol-gel and layer-by-layer assembly //Materials. – 2018. – Т. 11. – №. 4. – С. 483.

ISSN 3030-3907