# TERMOBARQAROR GIBRID KOMPOZITLAR SINTEZI VA XOSSALARI

**Asadova Farangis Ixtiyor qizi**
*Buxoro davlat texnika universiteti, kimyoviy texnologiya kafedrasi doktoranti.*
**Ostonov Firuz Istamovich**
*Buxoro davlat texnika universiteti, kimyoviy texnologiya kafedrasi dotsenti.*
*E-mail:* firuzostonov916@gmail.com
**Jumayev Jabbor Hamroqulovich**
*Buxoro davlat texnika universiteti, kimyoviy texnologiya kafedrasi dotsenti.*
*E-mail:* jabbor.jumayev@mail.ru

**Annotatsiya:** ushbu maqolada, akril kislota oligomeri hamda tetraetoksisilan asosida termobarqaror polimer kompozitlar sintez qilish optimal sharoitlari o'rganildi. Sintez qilib olingan namunalar TGA, DTA analizi o'tkazildi . Olingan gibrid kompozit termik xususiyatlarini aniqlash maqsadida TGA, DTA tahlil qilindi.

**Kalit so`zlar:** termogravimetrik (TGA) tahlil, differensial termik (DTA) tahlil, akril kislota, tetraetoksisilan, inisiator, sopolimer.

**Аннотация** в данной статье изучены оптимальные условия синтеза термостойких полимерных композитов на основе олигомера акриловой кислоты и тетраэтоксисилана. Полученные образцы были проанализированы методами термогравиметрического (TGA) и дифференциального термического (DTA) анализа с целью определения термических свойств полученного гибридного композита.

**Ключевые слова:** термогравиметрический анализ (TGA), дифференциальный термический анализ (DTA), акриловая кислота, тетраэтоксисилан, инициатор, сополимер.

**Annotation**: this article investigates the optimal conditions for the synthesis of thermally stable polymer composites based on acrylic acid oligomer and tetraethoxysilane. The obtained samples were analyzed using thermogravimetric analysis (TGA) and differential thermal analysis (DTA) to determine the thermal properties of the resulting hybrid composite.

**Keywords:** thermogravimetric analysis (TGA), differential thermal analysis (DTA), acrylic acid, tetraethoxysilane, initiator, copolymer.

## Kirish

Bugungi kunda harorat va olovga chidamli yangi materiallarni yaratish texnik, ekologik va iqtisodiy muammolarni hal etish zaruratidan kelib chiqib dolzarb masalalardan biriga aylangan. Ushbu muammolarni bartaraf etishning kamida ikki xil yondashuvi mavjud: birinchisi — butunlay yangi materiallarni



ISSN 3030-3907

yaratish, ikkinchisi esa — mavjud materiallarni, xususan, keng miqyosda ishlab chiqarilayotgan polimerlarni, ularning xossalarini o‘zgartiruvchi qo‘shimchalar bilan modifikatsiyalashdir. Ayniqsa, ikkinchi yondashuv iqtisodiy jihatdan samaraliligi bilan ajralib turadi, chunki bu yo‘l katta miqdordagi investitsiyalarni talab qilmaydi.

Avvalgi tadqiqotlarda fenollar va bor kislotasidan olingan poliefir hamda polimetilenefirlarning epoksid asosli kompozitsiyalar tarkibida qo‘llanilishi ularning mexanik mustahkamligini oshirishi va yonuvchanlik darajasini kamaytirishi mumkinligi aniqlangan [1]. Biroq, borpolimerlarning epoksid smola bilan, xususan, ularning o‘zaro kimyoviy ta’siri yetarlicha o‘rganilmagan. Bu holat fenollar hamda bor kislotasidan hosil qilingan poliefir va polimetilenefirlarni o‘ziga xos xususiyatlar majmuiga ega bo‘lgan yangi kompozitsiyalarni yaratishda qo‘llash imkoniyatlarini oldindan baholashni murakkablashtiradi. Shu bilan birga, to‘yingan kauchuklar yoki siloksanlar (ayniqsa, friksion materiallar) asosidagi kompozitsion materiallarning xossalarini yaxshilash muammosi ham dolzarbdir. So‘nggi yillarda esa ekologik me’yorlarning qat’iylashuvi sababli, tarkibida keng qo‘llanilgan kanserogen asbestni kamroq toksik komponentlar bilan almashtirish zarurati dolzarb masalaga aylangan [2].

Ma’lumki, o‘zining bir qator fizik-kimyoviy va fizik-mexanik xususiyatlari tufayli kanserogen bo‘lmagan silikat materiali asbestga muqobil sifatida qo‘llanishi mumkin. Kompozitsion materiallarning xossalarini boshqarishning yana bir samarali usuli esa ularning tarkibiga borni o‘z ichiga olgan poliorganosiloksan qo‘shimchalarini kiritishdir. Bunday qo‘shimchalar materialning funksional xususiyatlarini sezilarli darajada o‘zgartirishi mumkin [3-5].

Poliorganosiloksanlar yuqori darajadagi termik barqarorlikka ega bo‘lib, past haroratlarga nisbatan ham sezuvchanligi juda past bo‘ladi. Ularning asosiy molekulyar zanjiri kremniy va kislorod atomlaridan iborat bo‘lib, kremniy atomining erkin valentliklari turli xil organik radikallar yoki guruhlar bilan to‘ldirilgan. Bu tuzilish xususiyati poliorganosiloksanlarning molekulasida fazoviy yoki tsiklofazoviy strukturalarning shakllanishiga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi.

Polimer molekulasining zanjiri butunlay uzilishi uchun uning bir emas, kamida ikki yoki uch nuqtasida uzilishi talab etiladi. Bu holat esa, o‘z navbatida, energetik jihatdan barqaror bo‘lgan ikki yoki uchta Si–O bog‘ining buzilishini talab qiladi. Shu sababli, poliorganosiloksanlarning fazoviy bog‘langan tuzilmalari — ulardagi organik radikallarning tabiati qanday bo‘lishidan qat’i nazar — hatto 550 °C gacha bo‘lgan haroratda ham Si–O bog‘lari bo‘ylab molekulyar zanjirlarning destruktsiyasiga uchramaydi.



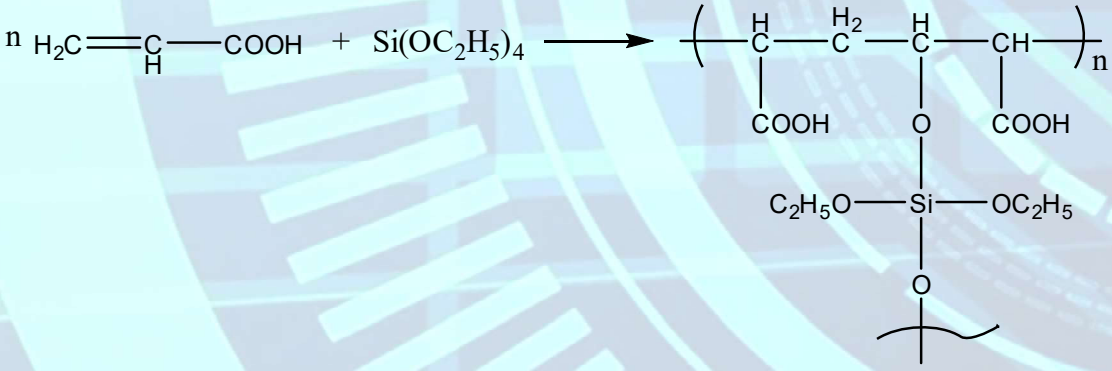
ISSN 3030-3907

Elektromusbat elementlar (masalan, Si, B, Al, P) elektrmanfiy elementlarga nisbatan sezilarli darajada yuqori kimyoviy yaqinlikka ega bo‘ladi, bu jihatdan ular ugleroddan keskin farq qiladi. Boshqacha aytganda, kremniy, bor, alyuminiy, fosfor kabi elementlar elektromusbat elementlar (H, Si, B, Al, As, Sb, Bi va boshqalar) bilan nisbatan kuchsizroq bog‘lar hosil qiladi. Ammo elektrmanfiy elementlar (O, N, Cl, Br, F va boshqalar) bilan ular uglerodga nisbatan ancha mustahkam bog‘lanishga moyil bo‘ladi. Bor va kremniy atomlari bog‘lanish energiyasini uglerod atomlari bog‘lanish energiyasi bilan solishtirish ushbu fikrlarni tasdiqlaydi [4-9].

Yuqorida o‘rganilgan ma’lumotlar asosida termobarqaror polimer kompozitlar olish maqsadida akril kislota va tetraetoksisilan moddalarini reaksiyasi o‘rganildi.

Laboratoriya sharoitida kolbaga akril kislotaning suvdagi eritmasi tayyorlab olinib ustiga kaliy persulfat inisiatoridan qo‘shib qizdirildi va magnitli aralashtirgich bilian aralashtirib turildi. Aralashtirish 60 $^0$C 20 minut davomida olib borildi. Hosil bo‘lgan oligomerlar cho‘ktiruvchi yordamida cho‘ktirib olinib spirtda eritildi va tetraetosisilan bilan 40$^0$ C da ta’sirlashtirldi. Reaksiyada tetretoksisilan gidrolizga uchrab ketmasligi uchun eritmaga bufer eritma ham qo‘shildi.

Akril kislota tarkibida karboksil guruh saqlagan to’yinmagan karbon kislota hisoblanadi. Kislota tarkibidagi karboksil guruhlar bilan tetraetilortosilikat molekulasi orasida eterifikatsiya reaksiyasi natijasida akril kislotaning tikilishi sodir bo‘ladi.



Akril kislota va tetraetoksisilan nisbatida tetraetoksisilanning miqdori ortib borishi bilan olingan polimerdagi tikilishlar miqdori ortib borishi bilan qovushqoqlik ortib boradi. Komponentlar mol nisbati 1.4:0.1 bo‘lganda tikilishlar soni va tetraetosisilan tarkibidagi etoksi gruhlar to’liq gidrolizga uchrab organik modda bilan kompozit hosil bo‘lishi sababli yarim qattiq massaga aylanadi.

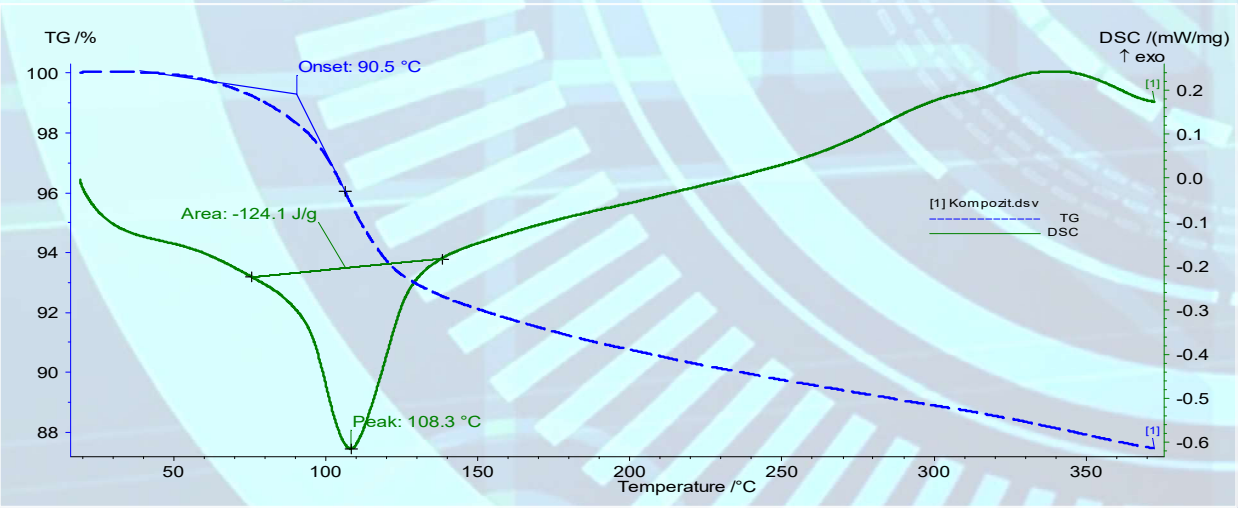
Optimal nisbatda tanlangan komponentlarning turli haroratlarda tikilish (polimerlanish) jarayoni o‘rganildi. Harorat oshgani sari akril kislotadagi karboksil



ISSN 3030-3907

guruhlarining harakatchanligi ortadi, bu esa reaksion tizimning qovushqoqlik xossalarida sezilarli o‘zgarishlarga olib keladi. Haroratning oshishi natijasida oligomer zanjirlarining o‘zaro bog‘lanishi kuchayib, tizim asta-sekin yarim qattiq holatga o‘tadi. Shunday qilib, akril kislotaning tetraetoksisilan bilan kimyoviy ta’sirlashuvi natijasida termik barqaror organosilikon polimer materiali olish mumkin. Tajriba sharoitlarini, komponentlar nisbati va haroratni nazorat qilish orqali kerakli xossalarga ega bo‘lgan organosilikon polimerlarni olish imkoniyati yaratiladi. Bu esa, o‘z navbatida, polimer sintez jarayonini belgilangan xossalarga yo‘naltirilgan holda boshqarish mumkinligini ko‘rsatadi.

Namunaning issiqlik xossalarini baholash maqsadida termogravimetrik (TGA) va differensial termik (DTA) tahlil o‘tkazildi. Tahlil grafigidan ko‘rinib turibdiki, namunada bir nechta muhim issiqlik hodisalari qayd etilgan.(1-rasm). DTA egri chizig‘ida 90.5 °C da boshlanuvchi sezilarli endotermik hodisa aniqlangan bo‘lib, bu jarayon 108.3 °C da maksimal cho‘qqiga (peak) ega. Ushbu cho‘qqi ostidagi maydon –124.1 μJ ga teng bo‘lib, issiqlik yutilishi bilan kechuvchi endotermik tabiatdagi o‘zgarishni ko‘rsatadi. Mazkur endotermik cho‘qqi ehtimol, namunadagi fizikaviy o‘zgarish (masalan, kristall qismlarning erishi) yoki kam molekulali uchuvchi komponentlarning bug‘lanishi bilan bog‘liq. TGA egri chizig‘i tahlili massaning haroratga bog‘liq ravishda kamayishini ko‘rsatadi. Dastlabki massaning kamayishi 100 °C atrofida kuzatilib, bu namlik yoki past molekulali organik moddalarning yo‘qolishiga bog‘liq deb taxmin qilinadi. Keyinchalik, 250–400 °C oralig‘ida massaning izchil kamayib borishi kuzatildi, bu esa namunada termik parchalanish jarayonining yuzaga kelganidan darak beradi. Bu bosqichda asosiy organik komponentlar yoki polimer zanjirlarining degradasiyasi sodir bo‘lgan bo‘lishi mumkin.




**1 -rasm. Akril kislota va tetraetoksisilan asosida olingan kremniyorganik polimerning differensial termik tahlili**



ISSN 3030-3907

Umuman olganda, TGA–DTA tahlili namunada 90–110 °C oralig‘ida endotermik o‘zgarishlar, 100 °C dan yuqori haroratlarda esa uchuvchi komponentlarning yo‘qolishi va strukturaviy parchalanishlar sodir bo‘lishini tasdiqlaydi. Bu esa moddaning termik barqarorligi, kristallik darajasi va tarkibiy xususiyatlari to‘g‘risida muhim ma’lumot beradi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ткачук А.И., Терехов И.В., Афанасьева Е.А. Реакционноспособные антипирены для эпок сидных смол. Часть 1 // Труды ВИАМ: электрон. науч.-техн. журн. 2020. №3 (87). Ст. 04. URL: http://www.viam-works.ru (дата обращения: 20.03.2020). DOI: 10.18577/2307-6046 2020-0-3-41-48.
2. Паноев Н. Ш., Ахмедов В. Н., Тиллаева Д. М. Получение и свойства термостойких кремнийорганических олигомеров на основе мочевиноформальдегидной смолы и тетраэтоксилана //Universum: химия и биология. – 2020. – №. 5 (71). – С. 50-53.
3. Паноев Н. Ш. Получение термостабильных кремнийорганических полимеров на основе гипана //Universum: технические науки. – 2021. – №. 12-5 (93). – С. 42-46.
4. Zaynura K., Islom B. Structural and thermal characterization of a eguf thermostable coating via chromatographic-mass spectrometry analysis //Universum: технические науки. – 2025. – Т. 9. – №. 4 (133). – С. 33-36.
5. Beshimov I., Olimov B. Technological aspects of thermostable coating production //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 5. – №. 8 (125). – С. 54-57.
6. Beshimov I. et al. Synthesis and properties of organic silicon (oligo) polymers //Universum: технические науки. – 2023. – №. 12-8 (117). – С. 38-42.
7. Rakhimov F. F., Akhmedov V. N. Physico-chemical analysis of poly vinylethynyltrie to Xysisilane //ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2021. – Т. 11. – №. 10. – С. 1782-1787.
8. Bobir O., Vohid A. The effect of reaction duration and catalyst on the synthesis of arylvinyl esters.
9. Икромов У., Ширинов Ш.Д. Исследование растворимости олигополимера на основе гидролизованного полиакрилонитрила, содержащего медь, в различных растворителях // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2025. 5(134).



ISSN 3030-3907