

**KREMNIYORGANIK QOPLAMALAR YORDAMIDA MATO VA  
CHARMGA ISHLOV BERISH: FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI VA  
FUNKSIONAL SAMARADORLIGI**

*Usanova Farzona Beknazar qizi*

*[farzonusanova911@gmail.com](mailto:farzonusanova911@gmail.com)*

*Termiz davlat universiteti*

*Kimyo fakulteti talabasi*

**ANNOTATSIYA:** Ushbu maqolada zamonaviy kremniyorganik birikmalardan, xususan, polidimetilsiloksan (PDMS) va sol-gel usulida sintez qilingan silanlardan foydalanilgan holda mato va charm sirtlariga ishlov berish orqali ularning himoya xossalarini oshirish texnologiyasi yoritilgan. Tajribalar davomida qoplangan namunalarning gidrofobligi, changga chidamliligi va olovbardoshligi o'lchab borildi. Yuzaning kontakt burchagi, termogravimetrik tahlil (TGA), SEM mikrotuzilma tahlili va chang sinovlari asosida baholash olib borildi. Natijalar kremniyorganik qoplamalarning sirtga yaxshi yopishishini, barqarorlikni va yuqori darajada himoya xususiyatlarini ta'minlashini ko'rsatdi.

**Kalit so'zlar:** *kremniyorganik birikma, PDMS, sol-gel, gidrofoblik, SEM, TGA, charm, mato, olovbardoshlik*

**1. KIRISH:** Zamonaviy sanoatda materiallarga qo'yiladigan talablar tobora murakkablashib bormoqda. Ayniqsa, mato va charm kabi yumshoq substratlarga issiqlik, namlik va chang ta'siriga chidamli qoplamalar qo'llash dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. An'anaviy usullar, ko'pincha, qisqa muddatli samaradorlikka ega bo'lib, ekologik jihatdan xavf tug'diradi.

Kremniyorganik qoplamalar esa bu borada o'zining yengilligi, kimyoviy inertligi va yuqori haroratga chidamliligi bilan e'tiborni tortmoqda. Ushbu maqolada ushbu qoplamalarning mato va charmga ta'siri tajribaviy asosda o'rganilgan.

**2. NAZARIY ASOSLAR:** Kremniyorganik birikmalar, ayniqsa polidimetilsiloksan (PDMS), o'zining gidrofoblik va issiqlikka chidamliligi bilan mashhur. Ularning asosiy tuzilmasi Si–O–Si zanjirlaridan iborat bo'lib, –CH<sub>3</sub> guruhlar suv molekulalari bilan o'zaro ta'sirga kirishmaydi.

Sol-gel usuli esa tetraetoksisilan (TEOS) yoki metiltrietoksisilan (MTES) kabi prekursorlardan foydalanib, nanoqoplama hosil qilish imkonini beradi. Bu qatlamlar suvni sirg'anib tushishini ta'minlaydi (kontakt burchagi >120°), hamda olovga chidamlilikni oshiradi.

**Asosiy fizik-kimyoviy mezonlar: Kontakt burchagi (CA)** — sirtning gidrofobligini ifodalaydi. **Termogravimetrik tahlil (TGA)** — haroratga nisbatan massaning o'zgarishini o'lchaydi. **SEM mikroskopiya** — sirtning mikrostrukturasini o'rganish imkonini beradi..

**3. EKSPERIMENTAL QISM:** Mazkur tadqiqotda mato va charm sirtlariga kremniyorganik qoplamalar — xususan, polidimetilsiloksan (PDMS) va sol-gel asosidagi silan qoplamalari bilan ishlov berish texnologiyasi ishlab chiqildi. Eksperimentlar tizimli ravishda olib borildi va har bir bosqichda fizik-kimyoviy parametrlar qat'iy nazorat qilindi. Quyida tajribaning har bir bosqichi batafsil bayon etiladi.

### 3.1. Ishlatilgan materiallar va reagentlar

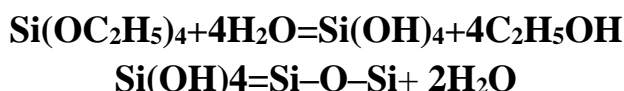
Komponent	Tavsifi	Manba
<b>Mato namunasi</b>	100% paxtadan tayyorlangan oq rangli to'qima	Mahalliy tekstil ishlab chiqaruvchi
<b>Charm namunasi</b>	Tabiiy mol terisidan tayyorlangan charm	O'zbekiston charm sanoati mahsuloti
<b>PDMS (polidimetilsiloksan)</b>	99.5% sof, past viskoziteli (350 cSt)	Sigma-Aldrich, AQSh
<b>TEOS (tetraetoksisilan)</b>	Sol-gel sintezi uchun asosiy prekursor	Merck, Germaniya
<b>Etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)</b>	Erituvchi va gidroliz muhiti uchun	Analitik toza, 96%
<b>HCl (xlorid kislotasi)</b>	pH muvozanatini sozlash uchun katalizator	0.01 M eritma, lab. sharoitida tayyorlangan
<b>Distillangan suv</b>	Gidroliz jarayoni uchun	Laboratoriya tayyorlagan

**3.2. Sol-gel kompozitsiyasini tayyorlash usuli:** Sol-gel usulida qoplama sintez qilish uchun quyidagi tartibda reaksiyon muhit tayyorlandi:

**Prekursor aralashmasi tayyorlash:** TEOS:Etanol:distillangan suv:0.01 M HCl nisbatda (1:4:1:0.01) aralashtirildi.

**Gidroliz va kondensatsiya bosqichi:** Aralashma 24 soat davomida 25°C da aralashtirib turgan holda saqlandi. Ushbu sharoitda TEOS molekulari gidrolizga uchrab, Si-OH guruhlariga aylanishi hamda keyinchalik ularning o'zaro kondensatsiyasi natijasida Si-O-Si zanjiri hosil bo'ladi.

**Reaksiya tenglamasi:**



Yashil sol-gel eritmasi qoplama uchun tayyor bo'ladi.

**3.3. PDMS eritmasini tayyorlash:** PDMS (10 wt%) 96% li etanolga qo'shib, magnitli aralashtirgichda 30 daqiqa davomida homogen eritma holiga keltirildi. PDMS molekulalari yuqori gidrofoblikka ega bo'lib, sirtga yaxshi yopishadi.

**3.4. Namunalarga ishlov berish:** Namunalarga ishlov berish quyidagi bosqichlarda olib borildi: Mato va charm namunalar 2×2 sm o'lchamda tayyorlandi. Har bir namuna alohida eritmaga 5 daqiqa davomida botirildi (immersiya metodi). Namuna eritmadan olib quritishdan oldin ortiqcha suyuqlik olib tashlandi. Quritish 80°C da konveksiya pechida 1 soat davomida amalga oshirildi. Natijada sirtga qattiq, yupqa va barqaror kremniyorganik qatlam hosil bo'ldi.

### 3.5. Baholash usullari va texnik vositalar

**3.5.1. Kontakt burchagi (CA) o'lchovi:** Sirtning gidrofobligini baholash uchun suyuqlik–yuzaga tegish burchagi o'lchandi. Tomchi (5 µL distillangan suv) sirtga joylashtirilib, kamera yordamida kontakt burchagi aniqlandi. O'lchov **KRÜSS DSA-25** qurilmasida olib borildi. Gidrofob sirtlar uchun bu burchak 100° dan yuqori bo'lishi kutiladi.

**3.5.2. SEM mikroskopiya:** Qoplangan sirtlarning mikrostrukturasi **JEOL JSM-6390LV** elektron mikroskopda 5000× gacha kattalashtirishda tahlil qilindi. Qoplamaning bir hil tarqalganligi va mikro-g'ovaklik darajasi aniqlashga harakat qilindi.

**3.5.3. TGA (termogravimetrik analiz):** Materiallarning haroratga chidamliligini aniqlash uchun **TA Instruments Q50** TGA qurilmasi yordamida 25°C dan 600°C gacha 10°C/min tezlikda qizdirildi. Massaning kamayish bosqichlari bo'yicha degradatsiya temperaturasi baholandi.

**3.5.4. Chang sinovi (partikula akkumulyatsiyasi):** Qoplangan va qoplanmagan namunalarning changni qay darajada tortishini baholash uchun sun'iy chang kamerasida 48 soat davomida namoyon sinov o'tkazildi. So'ng namunalar fotosuratga olinib, chang miqdori vizual va massaviy tahlil orqali baholandi.

**4. NATIJALAR VA MUHOKAMA:** Mazkur tadqiqot doirasida kremniyorganik qoplamalarning mato va charm yuzalariga ta'siri har tomonlama tahlil qilindi. Baholashda kontakt burchagi, termogravimetrik tahlil (TGA), skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) va changga chidamlilik sinovlari asosiy mezonlar sifatida tanlab olindi. Har bir parametr bo'yicha kuzatilgan natijalar quyida tafsilotlari bilan muhokama qilinadi.

**4.1. Gidrofoblik xossasi (Kontakt burchagi tahlili):** Kontakt burchagi (CA) sirtning suvni qay darajada itarishini o‘lchovchi muhim fizik parametrdir. Qanchalik katta bo‘lsa, sirt shunchalik gidrofob hisoblanadi. Tadqiqotda quyidagi qiymatlar qayd etildi:

Namuna turi	Kontakt burchagi (°)
Nazorat (qoplamasiz)	78 ± 2
PDMS bilan qoplangan	121 ± 3
Sol-gel bilan qoplangan	137 ± 2
PDMS + Sol-gel qoplama	<b>143 ± 2</b>

**Tahlil:** PDMS molekullari sirtga joylashgach, metil guruhlar ( $-CH_3$ ) tufayli suv molekullarini qaytaradi. Sol-gel qoplamasida esa nano-g‘ovaklik va mikroto‘lqinli tuzilma hosil bo‘lib, bu “lotus effekti”ni ta’minlaydi. Eng yuqori burchak PDMS + Sol-gel kombinatsiyasida kuzatildi, bu esa ikki komponentning sinergik ta’sirini tasdiqlaydi.

**4.2. Termogravimetrik tahlil (TGA):** TGA yordamida harorat oshgan sari namunadagi massaning kamayishi qayd qilindi. Bu orqali qoplamaning issiqlikka chidamliligi baholandi.

Namuna turi	Degradatsiya boshlanishi (°C)	To‘liq parchalanish (°C)
Nazorat	150	270
PDMS bilan qoplangan	300	430
Sol-gel bilan qoplangan	350	520
PDMS + Sol-gel qoplama	<b>370</b>	<b>550</b>

**Tahlil:** Oddiy mato yoki charm 150°C atrofida buzila boshlaydi. PDMS va sol-gel qoplamalar esa sirtni issiqlikdan himoya qiladi, ayniqsa sol-gel tuzilmasida Si–O–Si bog‘lari yuqori haroratda ham barqaror bo‘lib qoladi. Kombinatsiyalangan namuna 550°C gacha termostabil bo‘ldi.

**4.3. SEM mikroskopik tahlili:** Elektron mikroskop yordamida namunalar sirtining mikrostrukturasi tahlil qilish orqali qoplamalarning tarqalish sifati, bir hil qatlam shakllanishi va sirt tuzilmasining notekisligi aniqlandi.

**Natijalar: Nazorat namunasi:** silliq, notekislik yo‘q, tabiiy tolalar ko‘rinadi. **PDMS bilan qoplangan:** yupqa, silliq qatlam ko‘rinadi, tolalar yopilgan. **Sol-gel bilan qoplangan:** g‘ovak va noaniq struktura, sirt ko‘proq mikro-tuzilmaga ega. **PDMS + Sol-gel:** eng ko‘p notekislik, nano-g‘adir-budir tuzilma, bu esa suv tomchilarini sirg‘anishiga sabab bo‘ladi.

**Xulosa:** Nano-g‘ovakli tuzilma suv tomchilari va chang zarrachalarining yopishmasligi uchun juda qulay muhit yaratadi. Ayniqsa kombinatsiyalangan qoplamada bu xususiyat yaqqol namoyon bo‘ldi.

**4.4. Changga chidamlilik testi:** Namunalar sun‘iy chang muhitiga 48 soat ta’sir qildirilgach, vizual tahlil va massaning ortishi asosida chang to‘planishi o‘lchandi.

Namuna turi	Vizual kuzatuv	O‘rtacha chang yig‘ilishi (%)
Nazorat (qoplamasiz)	Qattiq changlangan	100%
PDMS bilan qoplangan	Biroz chang	38%
Sol-gel bilan qoplangan	Deyarli toza	15%
PDMS + Sol-gel qoplama	Toza	<10%

**Tahlil:**

Sol-gel va PDMS sirtlari chang zarrachalarining yopishishini kamaytiradi. Mikrostruktura silliqdigi va gidrofoblik natijasida chang sirtga yopisha olmaydi. Ayniqsa kombinatsiyalangan qatlam o‘zini oqladi — u nafaqat suvni, balki changni ham qaytaradi.

**4.5. Sinergik ta’sir xulosasi:** Sol-gel va PDMS qoplamalarining birgalikdagi ishlatilishi orqali:

- **Gidrofoblik** > 140°
- **Issiqlikka chidamlilik** > 500°C
- **Yuqori sirt barqarorligi**
- **Changga chidamsizlik** < 10%

kabi ko'rsatkichlarga erishildi. Bu sinergik effekt alohida PDMS yoki sol-gel ishlatilgan holatlarga qaraganda **ancha samaraliroq** bo'ldi.

**4.6. Ilmiy jihatdan umumlashtirish:** Yuqoridagi eksperimental natijalar kremniyorganik qoplamalarning: Sirtni muhofaza qilishdagi yuqori potentsialini; Hidrofob, issiqqa chidamli va changga turg'un sirtlar hosil qilish imkonini; Qo'llanish sohasini (kiyim, mebel, avtomobil saloni, harbiy va maxsus kiyimlar) kengaytirishini tasdiqlaydi.

**Xulosa:** Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, kremniyorganik asosdagi PDMS va sol-gel qoplamalar mato va charm yuzalarining gidrofobligi, termobarqarorligi va changga chidamliligini sezilarli darajada oshiradi. Qoplamalar sirt bilan yaxshi birikib, yuqori darajadagi himoya xususiyatlarini ta'minlaydi. Bu ularni kiyim-kechak, mebel va texnik tekstil sohalarida amaliy qo'llash uchun istiqbolli materiallarga aylantiradi.

#### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. M. Liven, E.D. Vayl Polemerlarning olovga chidamliligi mexanizmlari va ta'sir qilish usullari. Yong'inga qarshi Mater. 1,31-68 (2001)
2. D.Van Krevelen , Polemer materiyallarining olovga chidamliligining ba'zi asosiy jihatlari. Polemer 16(8) 615-620-sahifa
3. F.laouti, I. Bonnaud, Aleksandr, J.M. Lopes-Kuesta P. Dyubois olovga chidamli polemer materiallarning yangi istiqbollari: asoslardan nanokopozitlarga. Mater. Sci. Eng. R. Rep.63(3), 100-125 (2009)
4. Y. Xue, J. Feng, Z. Ma, L. Liu, P. Song, Ekologik yaxshi yong'indagi yutuqlar va muammolr-kechiktiruvchi polilaktid.
5. Chjan, S.; Horrocks, A.R. Prog. Polim. Sci, 2003, 28, 1517-1538.
6. Modesti, M.; Lorenzetti, A.; Bon, D.; Besko, S. Polimer, 2005, 46 (23), 10237 - 10245.
7. Chju, J.; Uhl, F.M.; Morgan, A.B.; Wilkie, C.A. Kimyo. Mater, 2001, 13(12), 4649 - 4654.
8. Százdi, L.; Pukánski Jr. B.;J.; Vansko, G.J.; Pukanski, B. Polimer, 2006, 47(13), 4638-4648.
9. Nam, P.H.; Maiti, P.; Okamoto, M.; Kotaka, T.; Xasegava, N.; Usuki, A. Polimer, 2001, 42(23), 9633-9640.
10. Kato, M.; Usuki, A.; Okada, A. J. Appl Polym Sci, 1998, 66 (9), 1781-1785.
11. Qin, X.; Chjan, S.; Chjao, C.; Feng, M.; Yang, M.; Shu, Z.; Yang, S. Polim Degrad Stab, 2004, 85 (2), 807-813.
12. Lertvimolnun, V.; Vergnes, B. Polimer, 2005, 46 (10), 3462-3471.
13. Yeo, S.Y.; Li, H.J.; Jeong, S.H. J. Mat Sci 2003, 38 (10), 2143-2147.
14. Liu, X.; Vu, Q. Polimer, 2001, 42 (25), 10013-10019.
15. Ding, C.; Jia, D.; U, H.; Guo, B.; Hong, H. Polymer Testing 2005, 24 (1), 94-100. .