AMFIFIL OLIGOMERLAR VA KENGAYTIRILGAN VERMIKULIT ASOSIDA GIBRID OLEOGEL-SORBENTLAR SINTEZI VA XOSSALARI

Shukurov Jurabek Lolayevich
Toshkent davlat texnika universiteti
jshukurov7777@gmail.com
Yunusov Obidjon Qodirovich
Toshkent davlat texnika universiteti
yunusoff.obidjon@yandex.ru

Annotatsiya. *Ushbu olib borilgan tadqiqotda MMV-2 markali gibrid oleogel-sorbentlarini eritma muhitida makromolekulalarni mineral strukturaning qatlamlararo bo‘shliqlariga in-situ (singdirish) usuli yordamida olinishi hamda sintezlangan oleogel-sorbentlarini sirt morfologiyasi va elementar tarkibi skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) hamda energodispersion rentgen spektroskopiyasi (EDS) usullarida o‘rganilganligi bayon etilgan.*

Kalit so‘zlar: *in-situ, butadien-stirol kauchuk, mexanik barqarorlik, koordinatsion bog‘lanishlar, skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM), energodispersion rentgen spektroskopiyasi (EDS), oleogel-sorbent.*

KIRISH. Hozirgi rivojlanib borayotgan davrga kelib neft va neft mahsulotlari bilan atrof-muhitning ifloslanishi, jumladan suv havzalari va tuproqning neft to‘kilishi natijasida zararlanishi, zamonaviy ekologiyaning eng dolzarb muammolaridan biri bo‘lib qolmoqda. Ushbu muammoni bartaraf etishda samarali, arzon va qayta ishlatiladigan sorbent materiallar yaratish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Mavjud sorbentlarning aksariyati past sorbsion sig‘im, yetarli mexanik barqarorlikning yo‘qligi yoki qayta foydalanish imkoniyatining cheklanganligi kabi kamchiliklarga ega. Shu sababli, yuqori gidrofob-oleofil xossaga ega, tarkibiy jihatdan barqaror va ko‘p marta foydalanish mumkin bo‘lgan yangi gibrid sorbsion materiallarni ishlab chiqish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi amfifil tabiatli organogellashtiruvchi oligomerlar (MMV-2 smolalari) asosida kimyoviy usulda kengaytirilgan vermikulit minerali

bilan in-situ usulida gibrid oleogel-sorbent materiallar sintez qilish hamda ularning neft yutish sig‘imi va selektivligini oshiruvchi optimal tarkibini aniqlashdan iborat. Tadqiqot davomida polimer va mineral komponentlarning turli massa nisbatlari (1:0.5, 1:1, 1:2, 1:3) sinovdan o‘tkazilib, oligomer-mineral fazalar orasidagi vodorod va koordinatsion bog‘lanishlar hisobiga materialning sorbsion va mexanik xususiyatlarini yaxshilashga erishildi.

METODOLOGIYA. Mazkur tadqitotimizda oldindan sintez qilingan amfifil tabiatli organogellashtiruvchi oligomerlar (MMV-2 smolalari) hamda kimyoviy usulda o‘ta yuqori darajada kengaytirilgan vermikulit minerali asosida gibrid oleogel-sorbentlarini olish jarayoni eritma muhitida makromolekulalarni mineral strukturaning qatlamlararo bo‘shliqlariga in-situ (singdirish) usuli bo‘yicha tajribalar olib borildi.

Bunda dastlab butadien-stirol kauchugining eritmasini tayyorlash uchun 8,3 g kauchuk 100 ml toluolda eritilib, bir jinsli sariqsimon rangli eritma hosil bo‘lguncha 25-30 °C haroratda qoldirildi. Bundan maqsad shuki, MMV-2 oligomerlarining butadien-stirol kauchuk eritmasiga kiritilishi natijasida oligomer smolasining gellashtiruvchi qobiliyati ortib, tarkibida funksional amin va gidroksil guruhlari hisobiga uch o‘lchamli fazoviy struktura shakllanishiga sharoit yaratadi. Bundan tashqari, ushbu guruhlar mineral to‘ldiruvchi sifatida qo‘llanilgan vermikulit zarrachalari bilan o‘zaro ta’sirlashib, organik va noorganik fazalar orasida bog‘lovchi ko‘prik vazifasini bajaradi. Natijada hosil bo‘lgan gibrid materialning sorbsiya sig‘imi, mexanik barqarorligi va strukturaviy yaxlitligi ortadi.

MMV-2 markali gibrid oleogel-sorbent oligomer zanjirlari kengaytirlgan vermikulitning mezog‘ovaklari va qatlamlari orasiga diffuziyalanish kinetikasini yaxshilash hamda eng yuqori neft yutish sig‘imiga ega bo‘lgan optimal tarkibni aniqlash maqsadida, gibrid tizimlar polimer va mineral komponentlarning har xil o‘zaro massa nisbatlarida (1:0.5, 1:1, 1:2 va 1:3) aralashtirildi. Ushbu aralashmaning umumiy massasining 5–20 % oralig‘ida butadien-stirol kauchuk aralashtirildi, buning asosiy maqsadi gibrid oleogel-sorbent tarkibiga asosiy sorbsion komponent sifatida emas, balki mineral va oligomer fazalar o‘rtasida elastik bog‘lovchi hosil qiluvchi birikma sifatida kiritilib, olingan gibrid oleogel-sorbentni bir qancha marta foydalanishni ta’minlaydi. Dastlab, ma’lum og‘irlikdagi yopishqoq MMV-2 smolasi o‘zi sintez qilingan erituvchi (etanol yoki DMF) muhitida 1:1.5 o‘zaro og‘irlik nisbatida solvatatsiyalandi (suyultirildi).

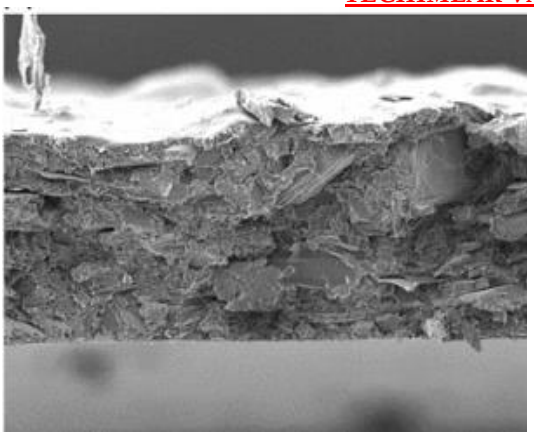
Ushbu jarayonda umumiy smola quruq massasiga nisbatan 1,5–2,5 % miqdorda stearin kislota qo‘shiladi, bundan maqsad, uning tarkibidagi uzun alifatik

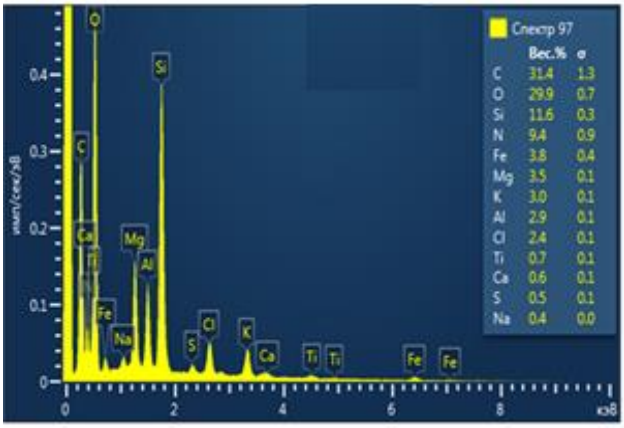
uglevodorod zanjirlari ($C_{17}H_{35}$) hisobiga vermikulit sirtining erkin energiyasini pasaytirib, materialning suv yuzasidagi gidrofob-oleofil balansini (sinergetik effekt asosida) maksimal darajaga ko‘tarishdir. Shuningdek, u polimer strukturaning kross-linking jarayonida ichki plastifikator vazifasini o‘tab, makromolekulalararo g‘ovaklarning qisqarib ketishini oldini oladi va neft mahsulotlarini kapillyar so‘rib olish tezligini kinetik jihatdan yaxshilaydi.

Past qovushqoqlikdagi suyuq oligomer eritmasi mexanik aralashtirgich va avtomatik harorat tizimi asosida reaktorga kiritildi va reaksion muhit harorati 45-50 °C gacha qizdirildi. Reaktorda aralashtirish tezligi 350–400 ayl/daq bo‘lib so‘ng, reaktorga o‘lchami 0.50 ± 0.15 mm va qalinligi 0.11 ± 0.10 mm bo‘lgan kengaytirilgan vermikulit minerali belgilangan massa nisbatlarida asta-sekin, qo‘shildi. Oligomer tarkibidagi sirt faol azometin (-C=N-), amin va amid funksional guruhlarining mineral silikat yuzasidagi faol silanol (Si-OH) markazlari bilan molekulalararo vodorod va barqaror koordinatsion bog‘lanishlarni hosil qilishi uchun aralashma 4–6 soat davomida uzluksiz aralashtirildi.

Tizim to‘liq gomogen holatga kelgach, erituvchilardan tozalash uchun esa quritish jarayoni dastlab 60-70 °C da erituvchi to‘liq bug‘langunga qadar, so‘ngra vakuum ostida 120-150 °C haroratda 1-2 soat davomida doimiy massa hosil bo‘lgunga qadar olib borildi. Olingan yakuniy gibrid oleogel-sorbentlar yuqori gidrofob-oleofil xossaga ega dispers kukun ko‘rinishida ajratib olindi va keyingi neft yutish hamda selektivlik sinovlari uchun saqlandi.

Aralashma to‘liq gomogen holatga kelgach, erituvchi qoldiqlarini evakuatsiya qilish hamda tizimni yakuniy o‘zaro tikilish (kross-linking) bosqichiga o‘tkazish maqsadida kompozitsion material quritish shkafida 80-90 °C haroratda 12 soat davomida doimiy massa hosil bo‘lgunga qadar quritildi. Olingan yakuniy MMV-2 gibrid oleogel-sorbentlari yuqori gidrofob-oleofil xossaga ega bo‘lgan dispers qattiq kukun ko‘rinishida ajratib olindi va keyingi bosqichlarda neft mahsulotlarini yutish sig‘imini aniqlash uchun ishlatildi.





Olingan yakuniy gibrid oleogel-sorbent ko‘rinishi va uning tarkibidagi element analizi

Sintez qilingan gibrid oleogel-sorbentlarning sirt morfologiyasi va elementar tarkibi skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) hamda energodispersion rentgen spektroskopiyasi (EDS) usullarida o‘rganildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA. Sirt morfologiyasi tahlili termik-kislotali faollashtirilgan vermikulitning qatlamli zarrachalari polimer struktura ichida gomogen disperslanganligini ko‘rsatadi. MMV oligomeri mineral paketlarining mikrog‘ovaklari va qatlamlararo bo‘shliqlariga in-situ interkalatsiyalanib, fazalararo yuqori adgeziya hamda destruktiv nuqsonlardan xoli zich gibrid matritsani shakllantirgan. Mazkur mikrog‘ovakli va qatlamli struktura tizimning neft mahsulotlarini kapillyar kuchlar hisobiga yuqori kinetik ko‘rsatkichlar bilan so‘rib olish va oleogellanish xossasini belgilaydi.

Kompozit sirtining lokal sohasidan olingan EDS spektri materialning gibrid tabiatini miqdoriy jihatdan tasdiqlaydi. Tizimda uglerod (C-31.4 %) va azot (N-9.4 %) elementlarining yuqori miqdorda qayd etilishi, vermikulit sirtining faol amin, amid va azometin guruhlarini saqlovchi oligomer zanjirlari bilan kimyoviy modifikatsiyalanganligidan dalolat beradi.

XULOSA. Xulosa qilib shularni aytish mumkinki, o‘tkazilgan tadqiqot natijalari amfifil oligomer (MMV-2) va kengaytirilgan vermikulit minerali asosida yangi gibrid oleogel-sorbent materiallarni in-situ usulida muvaffaqiyatli sintez qilish mumkinligini ko‘rsatdi. Spektrda struktura yadrosini tashkil etuvchi kremniy (Si - 11.6 %) va kislorod (O - 29.9 %) bilan bir qatorda, vermikulitning kristall panjarasiga xos bo‘lgan metallar: temir (Fe - 3.8 %), magniy (Mg - 3.5 %), kaliy (K - 3.0 %) va alyuminiy (Al - 2.9 %) elementlarining xarakterli cho‘qqilari muvozanatli intensivlikda namoyon bo‘ladi. Shuningdek, namunada

mikromiqdordagi xlor (Cl - 2.4 %), titan (Ti - 0.7 %), kalsiy (Ca - 0.6 %), oltingugurt (S - 0.5 %) va natriy (Na - 0.4 %) elementlari aniqlanganligi, elementlarning ushbu miqdoriy bog‘liqligi organik (polimer) va noorganik (vermikulit) fazalarning o‘zaro mukammal holatda gomogenlashganligini ko‘rsatib, bu esa ekologik oqova suvlari tarkibidagi neft va boshqa moysimon to‘kilmalaridan tozalashda yuqori samaradorlikka ega barqaror oleogel-sorbent hosil bo‘lganligini ko‘rsatadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Belgibayeva D., Aikenova N., Abilova G., Biktasova A., Lepesbayeva G., Nazarov S. Natural Mineral Sorbents as Green Materials for the Remediation of Oil-Contaminated Waters // Processes. – 2026. – Vol. 14, № 3. – Art. 540.
2. Cuong N.D., Hue V.T., Kim Y.S. Thermally expanded vermiculite as a risk-free and general-purpose sorbent for hazardous chemical spillages // Clay Minerals. – 2019. – Vol. 54. – P. 235–243.
3. de Araújo Medeiros M., Sansiviero M.T.C., Araújo M.H., Lago R.M. Modification of vermiculite by polymerization and carbonization of glycerol to produce highly efficient materials for oil removal // Applied Clay Science. – 2009. – Vol. 45, № 4. – P. 213–219.
4. Durgun M., Aydin G.O., Sonmez H.B. Aromatic alkoxysilane based hybrid organogels as sorbent for toxic organic compounds, fuels and crude oil // Reactive and Functional Polymers. – 2017. – Vol. 115. – P. 63–72.
5. Jin F., Liu R., Pu W., Wen C. Preparation and Properties of Polymer/Vermiculite Hybrid Superabsorbent Reinforced by Fiber for Enhanced Oil Recovery // Journal of Chemistry. – 2014. – Vol. 2014. – Art. 286091.
6. Nguyen D.C., Bui T.T., Cho Y.B., Kim Y.S. Highly Hydrophobic Polydimethylsiloxane-Coated Expanded Vermiculite Sorbents for Selective Oil Removal from Water // Nanomaterials. – 2021. – Vol. 11, № 2. – Art. 367.
7. Shaaban A., Keshawy M. Multifunctional superabsorbent organogel hyperbranched copolymers via SCVP–ATRP for oil spill/wastewater remediation // European Polymer Journal. – 2026. – Vol. 245. – Art. 114521. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2026.114521.