ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 4

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

EPOKSID POLIMERLAR VA BENTONIT GILMOYASI ASOSIDA OLINGAN KOMPOZITLARNING TUZILISHI BA MORFOLOGIK XUSUSIYATLARI

M.N. Xidirova

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti tayanch doktoranti Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti, tibbiy va biologik kimyo kafedrasi assistenti

M.A. Mahkamov

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, Polimerlar kimyosi kafedrasi proffessori, k.f.d.

E-mail: movludaxidirova298@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ish doirasida epoksid smolasi, polietilenpoliamin (PEPA) va mahalliy bentonit gilmoyasi asosida polimer–mineral kompozit materiallar olish va ularni xossalarini tadqiq qilingan. Kompozitlar PEPA va epoksid smolasini bentonit suspenziyasida turli nisbatlarda “*in situ*” usulida polimerlash yordamida olingan. Olingan kompozit material namunalarining tarkibi va xossalari Raman spektroskopiya, SEM mikroskopiya hamda termogravimetrik tahlil usullari (TGA–DTA) yordamida o‘rganilgan. Namunalarning SEM tahlillari polimer matritsada gilmoya zarrachalarining bir tekis tarqalgani hamda interkalyatsiyalangan kompozit hosil bo‘lganidan darak beradi. TGA natijalari bentonitning polimer matritsa tarkibiga kiritilishi uning termik barqarorligini ortishiga olib kelishini ko‘rsatgan. Olingan kompozit materiallarni tabiiy suvlarni qattiqligini kamaytirish jarayonlarida qo‘llash uchun istiqbolli sorbentlar sifatida taklif qilingan.

Kalit so‘zlar: epoksid smolasi, polietilenpoliamin, bentonit gilmoyasi, polimer kompozit, Raman spektroskopiya, SEM taxlili, termogravimetrik analiz.

Аннотация. В рамках данной работы получены полимерно-минеральные композиционные материалы на основе эпоксидной смолы, полиэтиленполиамина (PEPA) и местной бентонитовой глины, а также исследованы их свойства. Композиты синтезированы методом *in situ* полимеризации эпоксидной смолы и PEPA в суспензии бентонита при различных соотношениях компонентов. Состав и свойства полученных образцов изучены с использованием методов рамановской спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии (SEM), а также термогравиметрического анализа (TGA–DTA). Результаты SEM показали равномерное распределение частиц глины в полимерной матрице и формирование интеркалированного композита. Данные TGA свидетельствуют о том, что введение бентонита в полимерную матрицу повышает её термическую стабильность. Полученные композиционные

ISSN 3030-3907

материалы предложены в качестве перспективных сорбентов для снижения жёсткости природных вод.

Ключевые слова: эпоксидная смола, полиэтиленполиамин, бентонитовая глина, полимерный композит, рамановская спектроскопия, SEM-анализ, термогравиметрический анализ.

Abstract. In this study, polymer–mineral composite materials based on epoxy resin, polyethylene polyamine (PEPA), and local bentonite clay were prepared, and their properties were investigated. The composites were synthesized via *in situ* polymerization of epoxy resin and PEPA in a bentonite suspension at different component ratios. The composition and properties of the obtained samples were analyzed using Raman spectroscopy, scanning electron microscopy (SEM), and thermogravimetric analysis (TGA–DTA). SEM results indicated a uniform distribution of clay particles within the polymer matrix and the formation of an intercalated composite structure. TGA results demonstrated that the incorporation of bentonite into the polymer matrix enhances its thermal stability. The obtained composite materials are proposed as promising sorbents for reducing the hardness of natural water.

Keywords: epoxy resin, polyethylene polyamine, bentonite clay, polymer composite, Raman spectroscopy, SEM analysis, thermogravimetric analysis.

KIRISH.

So‘nggi yillarda atrof-muhitga antropogen ta’sirning ortib borishi natijasida suv, tuproq va havoni turli zararli moddalardan tozalash, sanoat korxonalarida foydalaniladigan tabiiy suvlarni qattiqligini kamaytirish uchun samarali, ekologik toza sorbentlar yaratish dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Bunday materiallar orasida tabiiy minerallar va polimerlarga xos xususiyatlarini o‘zida birlashtirgan polimer-bentonit gilmoyalari asosidagi kompozitlar asosidagi sorbentlar katta qiziqish uyg‘otmoqda. Chunki, bentonitlar katta solishtirma yuzaga, yuqori ionalmashinuv qobiliyatiga ega bo‘lish bilan birga ekologik xafvsiz minerallar bo‘lgani uchun ham turli sohalarda sorbentlar sifatida keng ishlatiladi. Ammo, bentonitlarning mexanik mustahkamligining kichikligi, agregatsiyaga moyilligi, eritmada loyqa hosil qilishi va boshqa xususiyatlari ulardan yanada kengroq foydalanishni cheklanishiga sabab bo‘lmoqda. Bu muammolarni yechish usullaridan biri bentonit zarrachalarini polimer matritsa tarkibiga kiritish yo‘li bilan kompozitsion materiallar olish hisoblanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki,choklangan polimerlar tarkibiga bentonite gilmoyalari zarrachalarini kiritilishi natijasida yuqori mustahkamlikka, ma’lum shakl va o‘lchamga ega yangi materiallar hosil bo‘lib, ulardan barqaror, ekologik jixatdan bezarar sorbentlar olish imkoniyatlari

ISSN 3030-3907

mavjud[1-6]. Bunday polimer-bentonitli kompozitsiyalar hozirda oqava suvlarni ham noorganik ham organik birikmalardan tozalashda keng qo‘llanilmoqda[7,10]. Ushbu yo‘nalishda ayniqsa kompozitsiyalarni olish jarayonida reaksiya sharoitlarini o‘zgartirish orqali ularning g‘ovakligini, sorbsion faolligini va mexanik xossalarini maqsadli boshqarish imkoniyatlarini aniqlashga qaratilgan tadqiqotlar ham nazariy, ham amaliy tarafdan dolzarb hisoblanadi[11,12].

Ushbu tadqiqot ishining maqsadi mahalliy bentonit gilmoyalari asosida polimer-bentonitli kompozitsiyalar olish hamda ularning tuzilishi, morfologiyasi va termik barqarorligi kabi xususiyatlarini tadqiq qilishdir.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Tadqiqotda foydalanilgan reagentlar: “Mayski” markali bentonit gilmoyasi (O‘zbekiston); polietilenpoliamin (PEPA), oliy navli, tozaligi 98 % (Rossiya); ED-20 markali epoksid smolasi (Rossiya).

Kompozitlarni olinishi. Kompozit materiallarni olish uchun dastlab bentonit gilmoyalarining suvli suspenziyasi tayyorlandi, so‘ngra unga kerakli miqdorda PEPA va epoksid smolasi qo‘shildi. Ushbu reaksion aralashma undagi komponentlarning bir tekis taqsimlanishini ta’minlash maqsadida ultratovush yordamida gomogenlashtirildi. PEPA va epoksi smolasi orasidagi polimerlanish reaksiyasi 80 °C haroratda olib borildi. Hosil bo‘lgan kompozitsiyalar ko‘p marta distillangan suv bilan yuvilib, 60 °C haroratda quritildi. Tajribalar davomida tarkibida massa bo‘yicha 5 dan 40 % gacha bentonite gilmoyasi tutgan kompozit materiallar olindi.

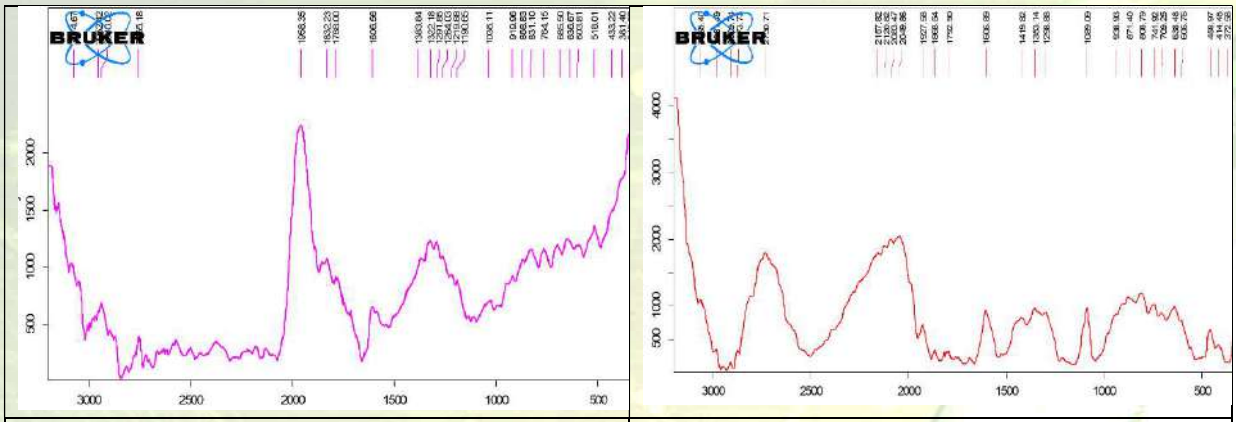
Kompozitlarning sirt morfologiyasi va mikrostrukturasi Carl Zeiss EVO (Germaniya) skanerlovchi elektron mikroskopida (SEM) amalga oshirildi.

Namunalarning termogravimetrik tahlillari NETZSCH STA 449 F3 Jupiter (Germaniya) termik analizatori yordamida amalga oshirildi. Bunda namunalar 25 °C dan 800 °C gacha bo‘lgan harorat oralig‘ida 10 °C/min tezligida qizdirildi.

Kompozit materiallarning fazaviy tarkibi va kristall tuzilishini aniqlash uchun Bruker D8 Advance (Germaniya) rentgen difraktometriyasidan (XRD) foydalanildi. Tahlillar Cu Kα nurlanish manbai (λ=1,5406 Å) ostida olib borildi. Difraktogrammalar 2θ=5–80° diapazonda, 0,02° qadam va mos tezlikda qayt qilindi.

TAHLIL VA NATIJALAR. Tajribalarda olingan polimer-bentonit kompozit materiallarning tarkibi ularning Roman spektrlarini tahlil qilish orqali amalga oshirildi (1- rasm).

ISSN 3030-3907



A) B)

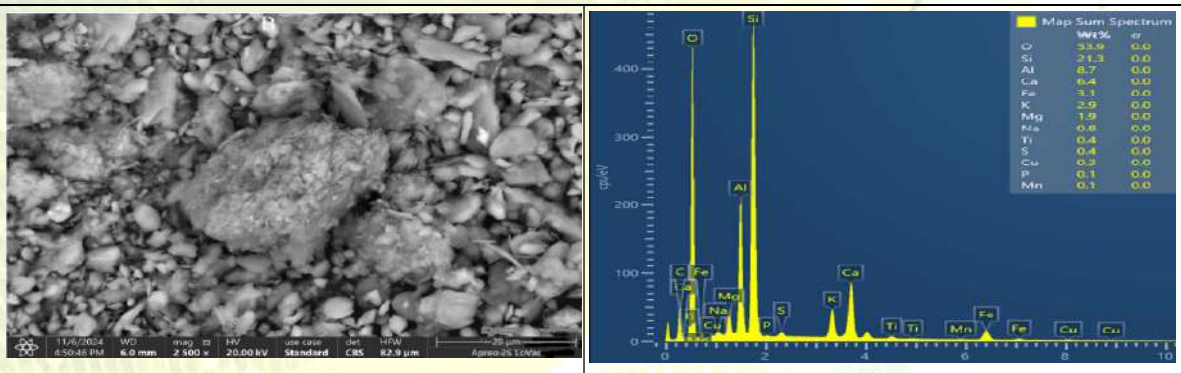
1-rasm. Bentonit gilmoyasi (A) va polimer–бентонитли kompozitларнинг (B) Raman spektrlari.

1-A-rasmda, kompozitlar olishda foydalanilgan bentonit gilmoyasi namunasining Roman spektri keltirilgan. Ma'lumki bentonit gilmoyalarining asosini montmorillonit minerali tashkil qilib, u qatlamli alyumosilikatlar sinfiga kiradi. Spektrning 1080–1100 sm^{-1} oralig'ida kuzatilgan intensiv cho'qqi Si–O bog'larining simmetrik valent tebranishlariga mos keladi. Mazkur tebranish bentonit tarkibidagi silikat tetraedr qatlamlarining mavjudligini tasdiqlaydi. 800–900 sm^{-1} sohada aniqlangan choqqilar Si–O–Al hamda Si–O–Si bog'larining tebranish modlariga tegishlidir. Ushbu natijalar alyumosilikat qatlamlarining saqlanganligini ko'rsatadi. 460–520 sm^{-1} oralig'ida qayd etilgan cho'qqilar Si–O–Si bog'larining deformatsion tebranishlariga to'g'ri keladi. 1400–1500 sm^{-1} sohada kuzatilgan nisbatan past intensivlikdagi to'lqinlar namuna tarkibida karbonat ionlari mavjudligi bilan izohlangan. Yuqori tebranishli (2800–3000 sm^{-1}) sohada aniq intensiv cho'qqilarning yo'qligi organik komponentlar miqdori juda kam ekanligini ko'rsatadi. 1-B-rasmda esa polimer kompozitning Raman spektri keltirilgan. Ushbu spektrda bentonit gilmoyasiga tegishli asosiy cho'qqilar saqlanib qolganini ko'rish mumkin. Bundan tashqari unda 1635,45 va 1602,20 sm^{-1} to'lqin uzunligida aromatik C=C valent tebranishlariga tegishli cho'qqilar qayd etilgan. 1508.56 sm^{-1} to'lqin uzunligidagi cho'qqi aromatik halqa ichki tebranishi uchun xos. 1337.48, 1320.96 va 1290.86 sm^{-1} to'lqin uzunligidagi cho'qqilar C–N bog'lariga mos keladi. 1209.11 va 1159.80 sm^{-1} dagi cho'qqilar C–O yoki C–C valent tebranishlarini, 1009.11 sm^{-1} esa aromatik halqaning mavjudligini ifodalaydi. 951.98 va 902.60 sm^{-1} deformatsion tebranishlar, 884.15, 856.15, 823.57, 808.67 sm^{-1} esa aromatik C–H bog'larining tekislikdan tashqari tebranishlariga tegishlidir. Kompozitning Raman spektri taxlillari uning tarkibida epoksid smolasiga tegishli aromatik guruhlar hamda PEPA tarkibiga kiruvchi azot tutgan guruhlar mavjudligini ko'rsatadi. Olingan Raman spektroskopik natijalar bentonit asosida olingan polimer kompozitsiyada bentonit gilmoyasi va polimer

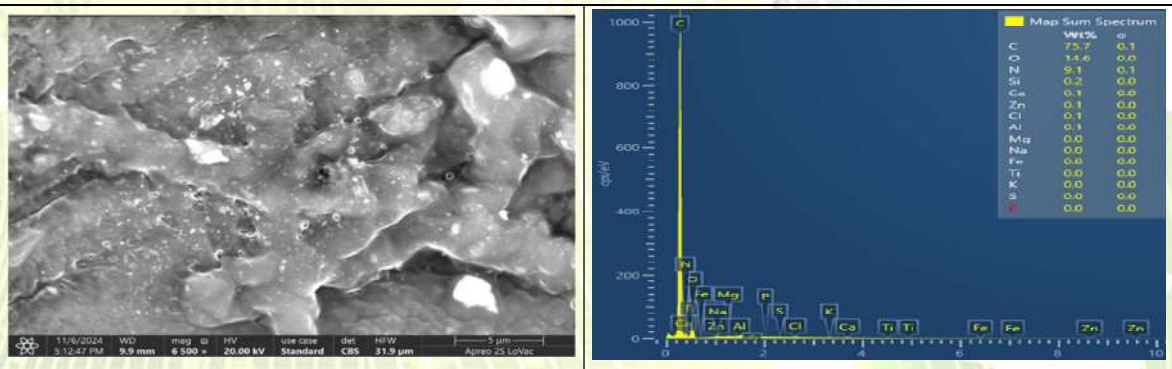
ISSN 3030-3907

matritsaga xos asosiy guruhlar saqlanib qolganini ko‘rish mumkin. Bundan xulosa qilish mumkinki, kompozit tarkibidagi komponentlar o‘zaro kimyoviy bog‘lar hosil qilmaydi, hamda mineral zarrachalari polimer matritsa tarkibida o‘z tuzilishini saqlab qolgan holda tarqalgan.

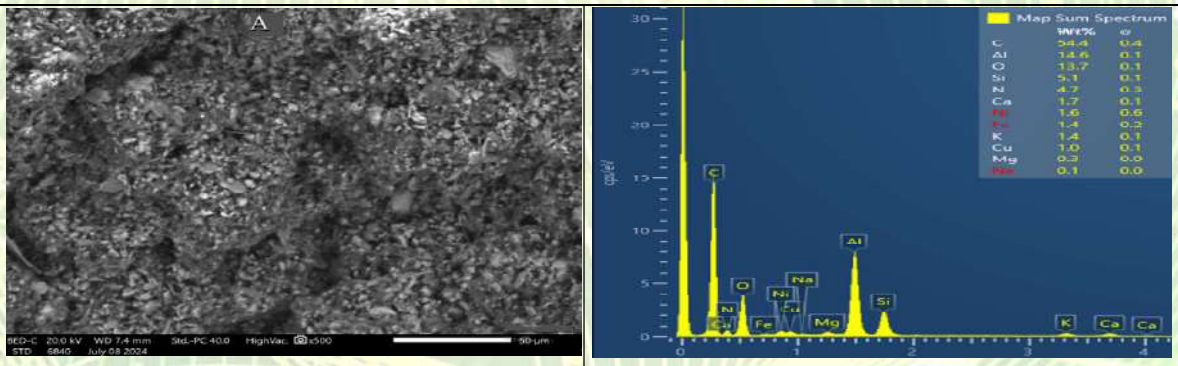
Tadqiqotlarda olingan polimer–bentonit gilmoyasi asosidagi kompozitning tuzilishi va morfologiyasini ularning SEM taxlillari orqali ham o‘rganildi. 2-rasmda bentonit gilmoyasi, epoksid polimeri va turli tarkibga ega kompozitlarning SEM mikrofotosuratlari hamda ularning energiyadispersion spektrlari keltirilgan.



A)

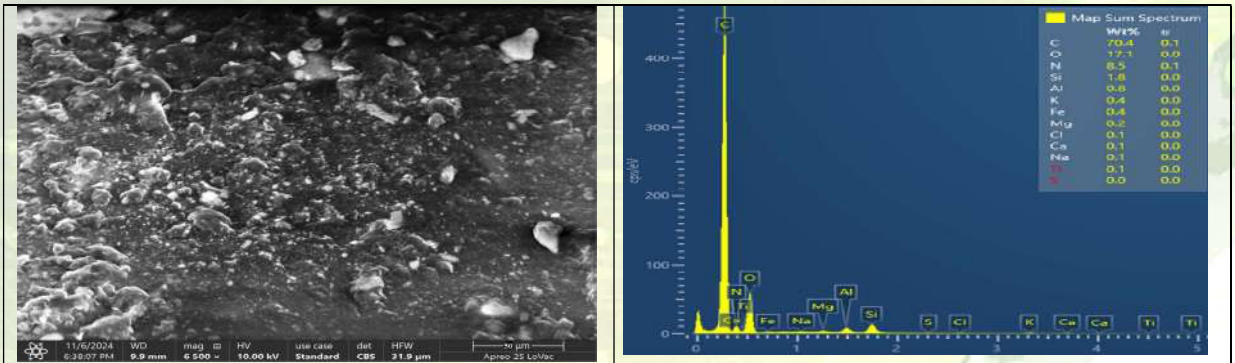


B)



C)

ISSN 3030-3907



D)

2-rasm. Bentonit gilmoyasi (A), epoksid smolasi va PEPA asosida sintez qilingan polimer (B), shuningdek tarkibida massa bo'yicha 40% (C) hamda 12% (D) bentonit tutgan kompozit namunalarining SEM va EDS tahlillari.

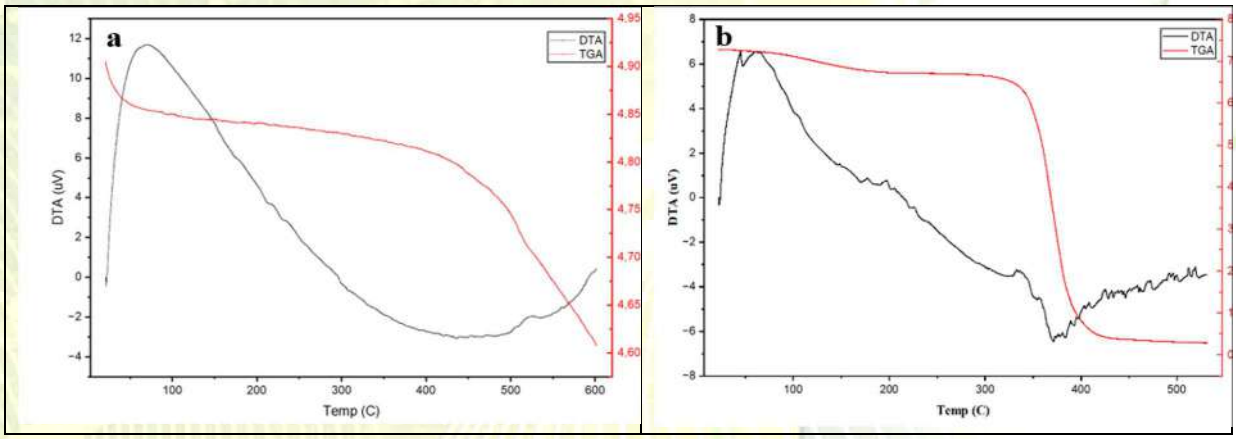
2-(A)-rasmda, Bentonitning morfologik tuzilishi qatlamli silikatlarga xos zarrachalarning tartibsiz joylashuvi kuzatilgan. Sirt yuzasining sezilarli darajada notekis va geterogenligi uning tabiiy mineral ekanligini ko'rsatadi. EDS spektrida kislorod, kremniy va alyuminiy elementlarining miqdori yuqoriligi qayd etilib, bentonitning montmorillonit tipidagi alyumosilikat tuzilishini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, Ca, Fe, Mg kabi elementlarning aniqlanishi mineralning tabiiy aralashma ekanligini ifodalaydi. 2-(B)-rasmda Epoksid smola va PEPA asosida hosil qilingan polimerning mikrostrukturasi tasvirlangan bo'lib, unda sirt yuzasini nisbatan tekis, ekanligi kuzatilgan. Ayrim hududlarda aniqlangan mikro yoriqlar polimerlanish jarayonida yuzaga kelgan ichki kuchlanishlar bilan izohlanadi. EDS tahlil natijalariga ko'ra, namunada uglerod, kislorod va azot elementlarining miqdori yuqoriligi qayd etilib, bu uning organik makromolekulyar tuzilishga ega ekanligini ko'rsatgan. 2-C-rasmda 40% bentonit asosida, sintez qilingan kompozitning sirt yuzasi notekisligi va g'ovakligi kuzatilgan, bu bentonit zarrachalarining miqdori yuqoriligi natijasida yuzaga kelganligi bilan bog'liq. Bentonit minerallarining zarrachalari polimer matritsa ichida bir tekis taqsimlangan. EDS spektrida organik (C, O) va mineral (Al, Si) komponentlarning birgalikda mavjudligi qayd etilgan bo'lib, bu kompozitning ikki fazali tuzilishini tasdiqlaydi. 2-D-rasmda esa 12% bentonit asosida sintez qilingan kompozit tarkibidagi bentonit zarrachalarning polimer matritsada bir tekis taqsimlangani va sirtning yuzasining bir jinsliligi kuzatiladi. EDS tahlilida asosan organik komponentlar ustunligi aniqlanib, mineral fazaning nisbatan kam miqdorda mavjudligi qayd etilgan.

Xulosa qilib aytilganda, 40% bentonit asosida sintez qilingan kompozitda bentonit zarrachalarining polimer matritsaga yuqori miqdorda kiritilishi natijasida kompozit materialining sirt tuzilishi yaxshilanganligi kuzatilgan. Bentonit

ISSN 3030-3907

zarrachalarning bir-biriga yaqin joylashuvi va o‘zaro ta’siri natijasida g‘ovak struktura shakllangan va bu kompozitning sirt yuzasini faolligini oshiradi. Bunday tuzilishli kompozitning adsorbsion va sorbsion xususiyatlarini yaxshilaydi, chunki faol markazlar soni ortadi. Shuningdek, bentonitning miqdori yuqoriligi tufayli kompozitning mexanik barqarorligi ortadi. Yuqori haroratda olib borilgan sintez natijasida komponentlar o‘rtasidagi o‘zaro bog‘lanishni mustahkamlab, kompozitning ichki tuzilishi yaxshilangan.

Bentonit hamda epoksid polimer–montmorillonit kompozitining **termik barqarorligi termogravimetrik tahlil (TGA-DTA)** yordamida baholandi (3-rasm).



3-rasm. Bentonit гилмояси (a) va epoksi polimer–bentonitli kompozitining(b) TGA–DTA egri chiziqlari

3.a-rasmda, bentonit ma’lum harorat oralig‘ida asta-sekin massa yo‘qotishini namoyon qiladi. 150 °C dan past haroratlarda kuzatiladigan boshlang‘ich massa kamayishi asosan fizik adsorbsiyalangan suv molekulalarining ajralishi bilan bog‘liq. Yuqori haroratlarda esa keyingi massa yo‘qotilishi qatlamlararo suvning chiqib ketishi hamda loy mineralining strukturaviy qisman degidroksillanishi bilan izohlanadi.

Bundan farqli ravishda, kompozit namuna (3.b-rasm) boshqa turdagi termik xususiyatlarni namoyon qilgan. Past haroratlarda nisbatan barqarorlik kuzatilgan, undan so‘ng 350–420 °C oralig‘ida keskin massa yo‘qotilishi sodir bo‘lgan. Bu holat polimer strukturasining termik parchalanishi bilan bog‘liq.

Polimer strukturasi tarkibida bentonit zarrachalarining mavjudligi kompozit materialning termik barqarorligini oshirishga va uning parchalanish jarayoniga ta’sir ko‘rsatgan. TGA egri chiziqlarini taqqoslash shuni ko‘rsatadiki, bentonitning epoksi va PEPA bilan birgalikda polimer matritsasiga kiritilishi termik jarayonni sezilarli darajada o‘zgartirgan hamda kompozit materialning strukturaviy barqarorligini oshirgan.

ISSN 3030-3907

Olingan kompozitlarning sorbsion xossalarini o‘rganish maqsadida ulardan tabiiy suvlarni qattiqligini kamaytirishga oid tadqiqotlar amalga oshirildi. Natijalar shuni ko’rsatdiki, ushbu sorbentlar oqava suvning boshlang‘ich umumiy qattiqligini 15,3 mg-ekv/L dan 6 mg-ekv/L gacha kamaytirdi.

XULOSA. Ushbu tadqiqot ishida epoksid smolasi, PEPA va mahalliy bentonit gilmoyasi asosida yangi turdagi polimer–mineral kompozit materiallar olindi va ularning tuzilishi, morfologiyasi hamda termik xossalari o‘rganildi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, bentonit zarrachalarining polimer matritsa tarkibiga kiritilishi natijasida kompozit materiallarda bentonit zarrachalarning bir tekis taqsimlanishi, interkalyatsiyalangan tuzilma hosil bo‘lishi va sirt strukturalarining sezilarli darajada yaxshilanishi kuzatildi. Shuningdek, bentonit miqdorining ortishi sintez qilingan namunalarda g‘ovak strukturaning shakllanishi yordam beradi. Termogravimetrik tahlillar bentonit zarrachalarining polimer matritsaga kiritilishi kompozitning termik barqarorligi ortishini ko‘rsatgan. Bunda bentonit nafaqat strukturaviy karkas vazifasini bajargan, balki polimerning termik parchalanish jarayonini barqarorligini oshirgan. Shu bilan birga, Raman va SEM tahlillar natijalari kompozit tarkibidagi komponentlarning bir tekis taqsimlangan holda saqlanib qolganligini va organik hamda mineral fazadan tashkil topganligini tasdiqlagan. Shuningdek, olingan kompozit materiallarni suvni yumshatish va tozalashda istiqbolli sorbentlar sifatida foydalanish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ray S. S., Okamoto M. Polymer/layered silicate nanocomposites: A review from preparation to processing // Progress in Polymer Science. – 2003. – Vol. 28. – P. 1539–1641.
2. Alexandre M., Dubois P. Polymer-layered silicate nanocomposites: preparation, properties and uses of a new class of materials // Materials Science and Engineering: R. – 2000. – Vol. 28. – P. 1–63.
3. Pavlidou S., Papaspyrides C. D. A review on polymer–layered silicate nanocomposites // Progress in Polymer Science. – 2008. – Vol. 33. – P. 1119–1198.
4. Hussain F., Hojjati M., Okamoto M., Gorga R. E. Polymer-matrix nanocomposites, processing, manufacturing and application: an overview // Journal of Composite Materials. – 2006. – Vol. 40. – P. 1511–1575.
5. Mittal V. Polymer layered silicate nanocomposites: A review // Materials. – 2009. – Vol. 2. – P. 992–1057.
6. Pinnavaia T. J., Beall G. W. Polymer–Clay Nanocomposites. – New York: John Wiley & Sons, 2000. – 349 p.
7. Bergaya F., Theng B. K. G., Lagaly G. Handbook of Clay Science. – Amsterdam: Elsevier, 2006. – 1246 p.

ISSN 3030-3907

8. Utracki L. A. Clay-Containing Polymeric Nanocomposites. – Shropshire: Rapra Technology, 2004. – 320 p.
9. Vaia R. A., Giannelis E. P. Polymer nanocomposites: status and opportunities // MRS Bulletin. – 2001. – Vol. 26. – P. 394–401.
10. LeBaron P. C., Wang Z., Pinnavaia T. J. Polymer-layered silicate nanocomposites: an overview // Applied Clay Science. – 1999. – Vol. 15. – P. 11–29.
11. Usuki A., Kojima Y., Kawasumi M. et al. Synthesis of nylon 6–clay hybrid // Journal of Materials Research. – 1993. – Vol. 8. – P. 1179–1184.
12. Giannelis E. P. Polymer layered silicate nanocomposites // Advanced Materials. – 1996. – Vol. 8. – P. 29–35.

ISSN 3030-3907