

ISSN 2091-5527  
№ 3/2025

Ўзбекистон

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

UDK 541.183.4

**ADSORBSIYA MUVOZANAT IZOTERMALARINING NAZARIY ASOSLARI VA TAHLILI****Xandamov D.A., Xonqulov Sh.B., Bekmirzayev A.Sh., Xandamova D.K.,  
Doniyorov S.A., Xudoyberdiyev A.I.***Toshkent kimyo-texnologiya instituti*

**Annotatsiya.** Mazkur ishda, adsorbentlar yuzasida adsorbsiyalanish jarayonining muvozanat izotermalari nazariy asoslari va tahlili o'rganilgan. Ushbu metodlarni o'rganish adsorbsiyalanish jarayonida adsorbent yuzasiga yutilayotgan adsorbatlarning bir qatlamli (monoqatlamli) va turlicha faol markazlarga ega bo'lgan geterogen adsorbsiya tizimlarini tahlil qilgan. Mazkur tahlillar asosida adsorbsiyaning qanday mexanizm asosida kechayotganini ya'ni adsorbsiyalanish jarayonida adsorbent yuzasida fizik va kimyoviy adsorbsiyani aniqlashga yordam beradi. Adsorbsiyalanish jarayonining samaradorligini aniqlash va baholashda modellarning afzallik tomonlarini yoritilgan.

**Kalit so'zlar:** Adsorbsiya, Lengmyur, Dubinin–Radushkevich, Freyndlix, Temkin izoterma modellari.

**Kirish.** Hozirgi kunda adsorbsiya sanoat, muhandislik, biotexnologiya, dorishunoslik, kimyo, oziq-ovqat, neft-gaz hamda atrof-muhitni muhofaza qilish sohalarida keng qo'llanilmoqda. Ayniqsa, suv ta'minoti tizimidagi ifloslangan suvlarni tozalash, og'ir 168nsti ionlari, 168nstitu ifloslantiruvchilar va fosfat, nitrat, xromat kabi anionlarni oqova suvlardan ajratib olishda adsorbsiya muhim o'rin tutadi [1, 2]. Adsorbsiya jarayonining samaradorligi ko'p jihatdan ishlatiladigan adsorbentning tabiatiga, uning tuzilishi, yuza maydoni kabi omillarga bog'liq. Adsorbsiya jarayonini yaxshiroq tushunish va bashoratlash maqsadida turli matematik modellar qo'llaniladi. Ushbu modellar orqali modda bilan adsorbent o'rtasidagi o'zaro ta'sirlar, yutish mexanizmlari va izotermalar yordamida moddaning qancha miqdori yuzani egallashini tahlil qilish imkoniyati paydo bo'ladi. Bu modellar, asosan, adsorbsiyaning izoterma tenglamalari orqali ifodalanadi. Izoterma modellari - adsorbsiya jarayonida adsorbent yuzasiga yutilayotgan modda miqdorining uning muvozanatdagi konsentratsiyasiga nisbatan qanday o'zgarishini tasvirlovchi matematik tenglamalardir [1, 2]. Adsorbsiyaning samaradorligi va adsorbentlarning xossalari, masalan, adsorbsiyalanish sig'imi, qo'llash imkoniyati kabi jihatlar turli adsorbsiya izotermalari (Lengmyur, Dubinin–Radushkevich, Freyndlix, Temkin) orqali baholanadi [3,4]. Ushbu maqolada adsorbsiyaning turli izoterma modellari haqida qisqacha tushuntiriladi hamda ulardan foydalanish haqida so'z boradi.

**Adsorbsiyalanishning muvozanat izoterma modellari.** Adsorbsiyalanish izotermalar, doimiy harorat va ma'lum eritma pH darajasida, adsorbsiya jarayonida adsorbat (adsorbsiya qilinayotgan modda) va adsorbent (yutuvchi modda) o'rtasidagi o'zaro ta'sir hamda adsorbsiyaning mexanizmini aniqlashga yordam beradi. Adsorbent yuzasiga yutilgan modda miqdori eritmada qolgan konsentratsiya (odatda mg/L da) asosida hisoblab chiqiladi. Har bir adsorbsiyalanish izotermasi,

adsorbsiyalanish sig'im kabi ko'rsatkichlarni aniqlash va jarayon mexanizmini bashorat qilish uchun matematik tenglamalarga ega. Boshlang'ich konsentratsiya ( $C_0$ ), t-vaqtdagi qolgan konsentratsiya ( $C_t$ ) hamda muvozanat holatidagi konsentratsiya ( $C_e$ ) ma'lumotlari asosida tegishli tenglamalarga qiymatlar qo'yilib, natijada eng mos keluvchi model aniqlanadi. Adsorbsiyani tavsiflash va mexanizmini (bir qatlamli, ko'p qatlamli, bir jinsli va gererogen jinsli yuzalar) aniqlash uchun ishlab chiqilgan bir qancha adsorbsiyalanish izoterma modellari mavjud, jumladan: Lengmyur, Dubinin–Radushkevich, Freyndlix, Temkin va boshqalar. Xususan, oqova suvdan zararli moddalarni tozalashda Lengmyur va Freyndlix izotermalari keng qo'llaniladi. Bu modellar adsorbentlarning maksimal adsorbsiyalanish sig'imini ( $Q_m$ ) aniqlashda yordam beradi. Barcha izotermalar oddiy chiziqli matematik tenglama ( $y = mx + c$ ) asosida qurilgan bo'lib, grafikda to'g'ri chiziq hosil qiladi. Ushbu grafikdagi chiziqli regressiya koeffitsienti ( $R^2$ ) adsorbsiyani eng yaxshi tushuntiruvchi izotermanni aniqlashga yordam beradi.  $R^2$  qiymatining birlik (ya'ni 1.0) ga yaqin bo'lishi izoterma modelining aniqligini ko'rsatadi.  $R^2$  - bu eng ishonchli ko'rsatkichlardan biri bo'lib, u adsorbsiyalanish sistemani tahlil qilish, adsorbatning qanday taqsimlanganini aniqlash va izoterma modelining nazariy asoslarini tasdiqlashga yordam beradi. Ushbu maqolada asosiy adsorbsiyalanish izotermalarning ba'zilarini yoritib beriladi.

**Lengmyur adsorbsiyalanish izoterma modeli.** Bu model - adsorbsiya izotermalari orasida eng ko'p o'rganilgan va qo'llaniladigan model hisoblanadi. U adsorbatning adsorbent yuzasida bir qatlamli (monoqatlamli) va bir jinsli tarzda joylashishi faraziga asoslanadi. Bu modelga muvofiq, adsorbentda cheklangan miqdorda bir xil faol markazlar mavjud bo'lib, ular adsorbat molekullari bilan o'zaro ta'sirlashadi [5, 6]. Shu sababli, adsorbatning adsorbent yuzasiga bir jinsli

(homogen) taqsimlanishi, hamda adsorbsiyalanish entalpiya va faollanish energiyasi doimiy bo'lishi nazarda tutiladi [7]. Barcha faol markazlar adsorbat molekulalari bilan band bo'lganidan so'ng, yuzada qo'shimcha adsorbsiya sodir bo'lmaydi. Lengmyur izotermasining matematik ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$Q_e = \frac{Q_m \cdot K_L \cdot C_e}{1 + K_L \cdot C_e} \quad (1)$$

Bu yerda:  $C_e$  (mg/L) - muvozanat holatida eritmada qolgan adsorbat miqdori,  $Q_e$  (mg/g) - muvozanatda adsorbent birligi (1 g) ga adsorbsiyalangan adsorbat miqdori,  $Q_m$  (mg/g) - maksimal adsorbsiyalanish sig'im (ya'ni, barcha faol markazlar to'liq band bo'lgandagi maksimal yutilgan miqdor),  $K_L$  (L/mg) - Lengmyur izotermasi doimiysi bo'lib, u adsorbentning sirt xossalari, masalan, maxsus sirt maydoni va g'ovaklilik kabi parametrlarga bog'liq. Quyidagi 2-tenglama Lengmyur izotermasining umumiy matematik ifodasidir. Bu tenglama quyidagicha ikki xil chiziqli ko'rinishga o'tkazilishi mumkin bo'lib, ular orqali Lengmyur modelining parametrlarini aniqlash mumkin. Chiziqli Lengmyur izotermasi quyidagicha yoziladi (3-tenglama):

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{Q_m} C_e + \frac{1}{Q_m \cdot K_L} \quad (2)$$

Lengmyur izotermasining grafik ko'rinishi - grafikda  $C_e/Q_e$  (Y o'qi)  $C_e$  ga (X o'qi) qarshi joylashtiriladi. Grafik natijasida to'g'ri chiziq hosil bo'ladi, bu chiziq:  $1/(Q_m K_L)$  - kesishish nuqtasi (intersept),  $1/Q_m$  - og'ish burchagi (slope) bilan aniqlanadi. Grafikdan olingan regressiya doimiysi ( $R^2$ ) qiymati ushbu modelning eksperimental ma'lumotlarga qanchalik mos kelishini ko'rsatadi. Chiziqli Lengmyur izotermasi-2 esa quyidagicha yoziladi (4-tenglama):

$$\frac{1}{Q_e} = \frac{1}{K_L \cdot Q_m} \cdot \frac{1}{C_e} + \frac{1}{Q_m} \quad (3)$$

Ushbu tenglamadan foydalanib,  $Q_m$  va  $K_L$  qiymatlarini  $1/Q_e$  ga nisbatan  $1/C_e$  grafikasi asosida chizilgan to'g'ri chiziqning kesishish nuqtasi (intersept) va og'ish burchagi (slope) orqali hisoblash mumkin. Shuningdek, Lengmyur grafikasi yordamida o'lchamsiz doimiy bo'lgan va ajralish omili ( $R_L$ ) deb nomlanuvchi qiymatni ham (5-tenglama) asosida aniqlash mumkin.

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L \cdot C_0} \quad (4)$$

$R_L$  qiymati adsorbsiya usulining qanday kechishini ko'rsatadi: u qulay ( $0 < R_L < 1$ ), noqulay ( $R_L > 1$ ), qaytmas ( $R_L = 0$ ) yoki chiziqli ( $R_L = 1$ ) bo'lishi mumkin. Bu qiymat  $K_L$  (Lengmyur doimiysi) va eritmada adsorbatning boshlang'ich konsentratsiyasi ( $C_0$ , ppmda) asosida aniqlanadi.

**Freyndlix adsorbsiyalanish izoterma modeli.** Freyndlix izotermasi — adsorbent yuzasida energiyasi notekis taqsimlangan, turlicha faol markazlarga ega bo'lgan nojins (geterogen) adsorbsiya tizimlari uchun keng qabul qilingan

model hisoblanadi [8, 9]. Ushbu izoterma adsorbatning adsorbent yuzasida faqat bir qatlamli (monoqatlamli) joylashishini emas, balki ko'p qatlamli adsorbsiyaga mos keluvchi model hisoblanadi. Freyndlix adsorbsiyalanish izotermasining matematik ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$Q_e = K_f \cdot (C_e)^{1/n} \quad (5)$$

(6) tenglama keyinchalik (7) tenglamada ifodalangandek chiziqli shaklga keltirilishi mumkin.

$$\log Q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e \quad (6)$$

Bu yerda:  $Q_e$  - muvozanat holatida adsorbent yuzasiga yutilgan adsorbat miqdorini (mg/g) ifodalaydi,  $C_e$  - muvozanat holatida eritmada qolgan adsorbat miqdorini (mg/L) bildiradi,  $K_f$  - adsorbentning adsorbsiyalanish sig'imini (mg/L) anglatadi,  $n$  - adsorbsiyaning intensivligini ifodalaydi. Freyndlix adsorbsiyalanish grafigi  $\log Q_e$  va  $\log C_e$  o'qlar bo'yicha chiziladi. Bu grafik orqali adsorbsiyalanish sig'im (intersept orqali) va adsorbsiyalanish intensivlik (slope orqali) aniqlanadi.  $1/n$  qiymatining yuqori bo'lishi ( $1/n > 1$ ) adsorbent yuqori konsentratsiyali eritmalar uchun samarali ishlashini ko'rsatadi. Aksincha,  $1/n$  ning past qiymati ( $1/n < 1$ ) adsorbentning past konsentratsiyali eritmalar uchun ham yuqori adsorbsiyalanish sig'imga ega ekanligini bildiradi [10].

Temkin adsorbsiyalanish izoterma modeli. Temkin adsorbsiyalanish izotermasiga ko'ra, adsorbat molekulalari yuzasining adsorbsiyalanish issiqligi ( $\Delta H_{ads}$ ) adsorbent yuzasining ta'siri bilan kamayib boradi [11]. Bu model adsorbent va adsorbat o'rtasidagi bilvosita o'zaro ta'sir mavjudligini nazarda tutadi va bog'lanish energiyalarining teng taqsimlanganligi bilan tavsiflanadi. Temkin izotermasining matematik chiziqli tenglamasi (8-tenglama) quyidagicha chiziqli shaklga keltiriladi:

$$Q_e = \frac{RT}{b} \ln K_T + \frac{RT}{b} \ln C_e \quad (7)$$

Bu yerda:  $R$  - umumiy gaz doimiysi bo'lib, qiymati 8.314 J/K·mol ga teng,  $T$  - harorat (Kelvinlarda),  $K_T$  - Temkin izotermasining doimiysi (L/g) bo'lib, maksimal bog'lanish energiyasi bilan bog'liq,  $b$  - Temkin doimiysi (J/mol) bo'lib, adsorbsiyalanish issiqligi bilan bog'liq. Temkin grafigi ( $Q_e$  ga nisbatan  $\ln C_e$ ) orqali  $K_T$  va  $b$  qiymatlari mos ravishda kesishish nuqtasi (intersept) va og'ish burchagi (slope) yordamida aniqlanadi hamda  $b$  ning musbat qiymati adsorbsiya jarayonining endotermik (issiqlik yutiluvchi) xususiyatga ega ekanligini bildiradi va aksincha.

**Dubin-Radushkevich adsorbsiyalanish izoterma modeli.** Dubin-Radushkevich (D-R) adsorbsiyalanish izotermasi geterogen yuzalar uchun qo'llaniladi va, odatda, adsorbsiyalash

mexanizmi geterogen yuzalarda Gauss bo'yicha energiya taqsimoti orqali ifodalanadi [12]. Ushbu izoterma mikrog'ovakli adsorbentlar uchun qo'llaniladi va g'ovak to'lish mexanizmiga asoslanadi. Shuningdek, bu haroratga bog'liq izoterma hisoblanadi va turli haroratlarda D–R adsorbsiyalanish izotermasi grafisini chizish orqali zarur ma'lumotlarni olish mumkin [13]. Bu model adsorbsiyalanish jarayonida adsorbent yuzasida fizik va kimyoviy adsorbsiyani farqlash imkonini beradi, bu esa o'rtacha erkin energiya  $I$  ni hisoblash orqali aniqlanadi. Agar  $E < 8$  kJ/mol bo'lsa, bu fizik adsorbsiyani anglatadi; agar  $E > 8$  kJ/mol bo'lsa, bu kimyoviy adsorbsiyani (kimyoviy sorbsiyani) bildiradi [14].  $E$  ni hisoblash uchun (9-tenglama) dan foydalaniladi.

$$E = \frac{1}{\sqrt{2\beta}} \quad (8)$$

Bu yerda  $\beta$  - Dubinin–Radushkevich (D–R) izotermasi doimiysini anglatadi (mol<sup>2</sup>/kJ<sup>2</sup> birlikda) va u D–R izoterma modeli asosida hisoblab chiqiladi. Adsorbsiya jarayonida adsorbat va adsorbent o'rtasidagi muvozanat munosabati Dubinin–Radushkevich (D–R) izotermasiga asosan quyidagicha matematik tarzda ifodalanadi:

$$\varepsilon = RT \ln \left( 1 + \frac{1}{C_e} \right) \quad (9)$$

Bu yerda  $\varepsilon$  - bu Polanyi potentsiali yoki adsorbsiyalanish potensial bo'lib, harorat  $T$

(Kelvinlarda) da aniqlanadi. Geterogen yuzalarda Gauss tipidagi taqsimotga asoslangan D–R adsorbsiyalanish izotermasi quyidagi (11-tenglama) orqali ifodalanadi:

$$\ln Q_e = \ln Q_s - \beta \varepsilon^2 \quad (10)$$

Bu yerda  $Q_s$  - nazariy izoterma bo'yicha to'yinish sig'imini bildiradi (mg/g).

$\ln Q_e$  va  $\varepsilon^2$  o'rtasida chizilgan D–R adsorbsiyalanish izotermasi grafigi asosida,  $\beta$  qiymati og'ish burchagi (slope) yordamida hisoblab chiqiladi va bu orqali adsorbsiyaning mexanizmi aniqlanishi mumkin.

**Xulosa.** Turli xil adsorbsiya izotermalarini o'rganish mos ravishda adsorbsiya jarayonining mexanizmini, adsorbatning adsorbentga maksimal yutilish sig'imini, adsorbsiya tezligini va jarayonning o'z-o'zidan yuz berishini (spontanligini) aniqlash uchun zarurdir. Bu esa adsorbsiya fizik (fizik adsorbsiya) yoki kimyoviy (kimyoviy adsorbsiya), bir qatlamli (monoqatlam) yoki ko'p qatlamli tarzda sodir bo'layotganini aniqlashga yordam beradi. Turli xil izoterma modellari tahlili adsorbent sarfini optimallashtirishda ham muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, chizikli regressiya konstantasi ( $R^2$ ) qiymati orqali jarayonga eng mos tushuvchi modelni aniqlash mumkin.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Zhu H-Y, Jiang R, Xiao L, Li W. A novel magnetically separable  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/crosslinked chitosan adsorbent: preparation, characterization and adsorption application for removal of hazardous azo dye. *J Hazard Mater* 2010;179:2517.
2. Reemtsma T, Weiss S, Mueller J, Petrovic M, González S, Barcelo D, et al. Polar pollutants entry into the water cycle by municipal wastewater: a European perspective. *Environ Sci Technol* 2006;40:54518.
3. Han R, Zhang J, Han P, Wang Y, Zhao Z, Tang M. Study of equilibrium, kinetic and thermodynamic parameters about methylene blue adsorption onto natural zeolite. *Chem Eng J* 2009;145:496504.
4. Kavitha D, Namasivayam C. Experimental and kinetic studies on methylene blue adsorption by coir pith carbon. *Bioresour Technol* 2007;98:1421.
5. Mittal H, Mishra SB. Gum ghatti and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> magnetic nanoparticles based nanocomposites for the effective adsorption of rhodamine B. *Carbohydr Polym* 2014;101:125564.
6. Vijayaraghavan K, Padmesh TVN, Palanivelu K, Velan M. Biosorption of nickel(II) ions onto *Sargassum wightii*: application of two-parameter and three-parameter isotherm models. *J Hazard Mater* 2006;133:3048.
7. Kundu S, Gupta AK. Arsenic adsorption onto iron oxide-coated cement (IOCC): regression analysis of equilibrium data with several isotherm models and their optimization. *Chem Eng J* 2006;122:93106.
8. Santhosh C, Velmurugan V, Jacob G, Jeong SK, Grace AN, Bhatnagar A. Role of nanomaterials in water treatment applications: a review. *Chem Eng J* 2016;306:111637.
9. Kumar N, Mittal H, Parashar V, Ray SS, Ngila JC. Efficient removal of rhodamine 6G dye from aqueous solution using nickel sulphide incorporated polyacrylamide grafted gum karaya bionanocomposite hydrogel. *RSC Adv* 2016;6:2192939.
10. Yan H, Yang L, Yang Z, Yang H, Li A, Cheng R. Preparation of chitosan/poly (acrylic acid) magnetic composite microspheres and applications in the removal of copper (II) ions from aqueous solutions. *J Hazard Mater* 2012;229:37180.
11. Ringot D, Lerzy B, Chaplain K, Bonhoure J-P, Auclair E, Larondelle Y. In vitro biosorption of ochratoxin A on the yeast industry by-products: comparison of isotherm models. *Bioresour Technol* 2007;98:181221.
12. Çelebi O, Üzümlü Ç, Shahwan T, Erten HN. A radiotracer study of the adsorption behavior of aqueous Ba<sup>2+</sup> ions on nanoparticles of zero-valent iron. *J Hazard Mater* 2007;148:7617.
13. Günay A, Arslankaya E, Tosun I. Lead removal from aqueous solution by natural and pretreated clinoptilolite: adsorption equilibrium and kinetics. *J Hazard Mater* 2007;146:36271.
14. Kogo B, Biamah E, Langat P. Optimized design of a hybrid biological sewage treatment system for domestic wastewater supply. *J Geosci Environ Prot* 2017;05:1429.

<b>G'ulomova I.B., Mahkamov M.A., Islomov M.M.</b> Karboksimetilkraxmal asosidagi bioparchalanuvchi polimer plyonkalar va ularning xossalari .....	125
<b>Umrzoqov A.T., Muxiddinov B.F., Ikramov A., Vapoyev H.M., Qodirov S.M.</b> Kompozit katalizatorlar ishtirokida atsetaldegidning ammiak bilan kondensatsiylanishi .....	129
<b>Eshbaeva U.J.</b> Tarkibida yelimlovchi moddalar bo'lgan qog'ozning bosma xossalarini tadqiq qilish .....	134
<b>Хамдамова Ч.Х., Сайфиева П.О., Очилов Э.А., Абед Н.С., Камолов Т.О.</b> Исследование влияния параметров магнитного сепаратора на эффективность извлечения магнитной фракции .....	137
<b>Амонова М.М.</b> Sapropel asosidagi sorbentlarning fazaviy tahlili: rentgenodifraksiya usulida baholash .....	140
<b>Яхшиева З.З., Асророва З.</b> Методика определения ионов Fe(III) в мясных продуктах .....	143
<b>Бакахонов А.А., Яхшиева З.З., Султонов М.М.</b> Карбоплатинни электрохимический анализ килиш .....	145

## 6. Проблемные обзоры

<b>Исаходжаева Н.А.</b> Анализ и исследование свойств композиционных материалов и правила адаптивного конструирования .....	149
<b>Озодова Ш.О.</b> Автоматизация метрологических измерений .....	151
<b>Сайдалиева У.Р.</b> Исследование свойств композиционных материалов, используемых в целлюлозных головных уборах .....	154
<b>Очиллов Э.А., Юсупов О.Г., Холбозорова Д.Н., Сайдуллаева К.А., Абдурахимов К.Г., Хушвактова У.А.</b> Исследование механизма процесса выщелачивания огарка соляной кислоты .....	156
<b>Турганбаев. Б.Б., Калбаев Б.А., Нажимов Ж.Б., Мамутов У.Б., Танатаров О.Р.</b> Исследование возможностей применения базальта Шехжелинского месторождения в производстве строительных материалов .....	158
<b>Очилдиев К.Т., Мухаметджанова Ш.А., Маткаримов С.Т., Носирхужаев С.К.</b> Исследования по улучшению способа обеднения шлаков медного производства, применяемые в процессе плавления в отражательной печи .....	161
<b>Parmonov G., Parmonov S.</b> "O'zbekiston texnologik metallar kombinati" AJ qoshidagi Nodir metallar va qattiq qotishmalar ishlab chiqarish zavodi volfram texnogen chiqindilarini tahlil qilish .....	165
<b>Xandamov D.A., Xonqulov Sh.B., Bekmirzayev A.Sh., Xandamova D.K., Doniyorov S.A., Xudoyberdiyev A.I.</b> Adsorbsiya muvozanat izotermalarining nazariy asoslari va tahlili .....	168
<b>Курязов З.М., Кадырова З.Р., Эминов А.М., Азимов Х.Э.</b> Альтернативный источник глинистого сырья-илистых отложений водохранилищ для производства керамических материалов .....	171
<b>Yoqubov O.M.</b> "Olmaliq KMK" AJda metall ishlab chiqarish texnogen xomashyolarining ahamiyati .....	174
<b>Абдувалиева К.Х.</b> К вопросу интенсификации технологии извлечения металлов платиновой группы ....	178
<b>Egamberdiyeva Sh.U., Berdimurodov E.T., Akbarov Kh.I.</b> Synthesis of carbon dot from pomegranate peel waste and its modification with Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> magnetic nanoparticle .....	180
<b>Daminov T.Z., Maxmarejabov D.B.</b> Angren ko'mir konidan olingan qo'ng'ir ko'mir va kaolinli gil namunalarning moddiy tarkibi o'rganish .....	183
<b>Кулдеев Е.И., Негматов С.С.</b> Диатомиты и потенциал их использования.....	186
<b>Rasulov A.A., Berdimurodov E.T., Akbarov Kh.I.</b> Preparation of magnetic Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> modified with carbon dots derived from orange peels extract and its application in Ni <sup>2+</sup> adsorption .....	189
<b>Ruzmetov A.Kh., Ibragimov A.B., Atajanov B.A.</b> Crystal structure and UV-Vis spectroscopic correlation of [triacqua-μ <sub>3</sub> -oxido-hexa(3-hydroxybenzoato)triiron(III)] chloride dihydrate .....	192
<b>Рахимов Х.Ю., Юсупходжаева Э.Н., Аюбова И.Х., Халматова Н.Г.</b> Магистрал газ кувурларини коррозиядан химия килиш йўллари .....	195
<b>Akbarova Z.O.</b> Application of zardozi embroidery technique in clothing and methods for its improvement .....	197