ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 7

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.

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

MAHALLIY CHIQINDILAR ASOSIDA FAOLLASHTIRILGAN KO'MIRLAR NAMUNALARINING ADSORBSIYA XUSUSIYATLARINI O'RGANISH

Karimova Zarifa Umarovna
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, tayanch doktorant
Navoiy, O‘zbekiston
E-mail: zarifa_karimova_90@mail.ru
Nurmurodov To‘lqin Isamurodovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, texnika fanlari doktori, professor
Navoiy, O‘zbekiston
E-mail: t.nurmurodov@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida yong'oq po'stlog'i, o'rik danagi po’stlog’i va uzum donasi chiqindilari asosida kompozitsion ko'mir namunalari olindi. Namunalarning adsorbsion qobiliyatlarini aniqlash uchun kaliy yodidning 0,1 N li eritmasidan foydalanildi. Shuningdek, adsorbentlarning bo'yoqli eritmalarni rangsizlantirish xossalarini o'rganish maqsadida metilen ko'ki eritmasining turli konsentratsiyalarida qo'llanildi. Olingan natijalar Lengmyur izotermasi orqali tahlil qilindi. Adsorbent namunalarining sirt yuzasi va g'ovak o'lchamlari aniqlandi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, kompozitsion adsorbentning yod va metilen ko'kiga nisbatan adsorbsion faolligi alohida olingan namunalarga nisbatan yuqori bo'lganligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: mahalliy chiqindi, biomassa, faollashtirilgan ko'mir, metilen ko'ki, Lengmyur izotermasi, adsorbsiya, yodning 0,1 N eritmasi, kompozitsion adsorbent.

Аннотация. В данном исследовании были получены композиционные углеродные образцы на основе отходов скорлупы грецкого ореха, косточек абрикоса и виноградных косточек. Для определения адсорбционной способности образцов использовался 0,1 Н раствор йодида калия. Также с целью изучения свойств адсорбентов по обесцвечиванию красочных растворов применялись растворы метиленового синего различных концентраций. Полученные результаты были проанализированы с помощью изотермы Ленгмюра. Определены удельная поверхность и размеры пор образцов адсорбентов. Согласно результатам исследования, адсорбционная активность композиционного адсорбента по отношению к йоду и метиленовому синему оказалась выше по сравнению с отдельно взятыми образцами.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: местные отходы, биомасса, активированный уголь, метиленовый синий, изотерма Ленгмюра, адсорбция, 0,1 Н раствор йода, композиционный адсорбент.

Abstract. In this research work, composite carbon samples were obtained based on walnut shell, apricot kernel shell, and grape seed waste. A 0.1 N solution of potassium iodide was used to determine the adsorption capacity of the samples. Methylene blue solutions of various concentrations were also used to study the decolorization properties of the adsorbents in dye solutions. The obtained results were analyzed using the Lengmyur isotherm. The specific surface area and pore sizes of the adsorbent samples were determined. According to the research results, the adsorption activity of the composite adsorbent with respect to iodine and methylene blue was higher compared to individually taken samples.

Keywords: local waste, biomass, activated carbon, methylene blue, Lengmyur isotherm, adsorption, 0.1 N iodine solution, composite adsorbent.

KIRISH.

Hozirgi kunda oqova suvlar bilan bog'liq muammolar global ekologik xavflar qatorida eng dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Aholi sonining ortishi, sanoatlashuv jarayonlarining jadallashuvi va qishloq xo'jaligi faoliyatining kengayishi natijasida tabiiy suv manbalariga katta hajmda ifloslangan suvlar tashlanmoqda. Ushbu oqova suvlar tarkibida organik va noorganik ifloslantiruvchilar, og'ir metall ionlari (Pb^{2+}, Cd^{2+}, Hg^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}), neft mahsulotlari, sintetik bo'yoqlar, pestitsidlar hamda patogen mikroorganizmlar mavjud bo'lib, ular suv ekotizimlarining buzilishiga olib keladi. Sanoat korxonalari oqova suvlari eng xavfli manbalardan biri bo'lib, ular tarkibida yuqori konsentratsiyada og'ir metallar va toksik kimyoviy moddalar mavjud. Bu moddalar tabiatda biodegradatsiyaga uchramaydi, ya'ni parchalanmaydi va uzoq vaqt davomida muhitda saqlanib qoladi. Natijada ular tuproq va suv organizmlarida to'planib, biologik zanjir orqali inson organizmiga kirib boradi. Bu esa turli kasalliklar, jumladan onkologik, nevrologik va endokrin tizim buzilishlariga sabab bo'lishi mumkin. Qishloq xo'jaligi sohasida ham oqova suv muammosi jiddiy ahamiyat kasb etadi. Mineral o'g'itlar va pestitsidlardan me'yordan ortiqcha foydalanish natijasida azot va fosfor birikmalari suv havzalariga yuvilib tushadi. Bu esa evtrofikatsiya jarayonini keltirib chiqaradi, ya'ni suvda suv o'simliklari va suvo'tlarning ortiqcha ko'payishiga sabab bo'ladi. Natijada suvda kislorod miqdori kamayadi va baliqlar hamda boshqa gidrobiontlar halok bo'ladi.

Bugungi kunda ilm-fan sohasida uglerodli sorbentlardan og'ir metallar va organik ifloslantiruvchilarni tozalashda keng qo'llanilmoqda. Biroq sanoatda ishlatiladigan faol ko'mirlar qimmat bo'lganligi sababli, mahalliy xom ashyolar va

ISSN 3030-3907

chiqindilar asosida yangi sorbentlar ishlab chiqish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Shu nuqtai nazardan, qishloq xo'jaligi chiqindilari — yong'oq va o'rik danagi po'choqlari, uzum donasi chiqindilari asosida uglerodli sorbentlar olish va ularni oqova suvlarni tozalashda qo'llash muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Bu yondashuv nafaqat chiqindilarni qayta ishlash, balki resurslarni tejash va atrof-muhitni muhofaza qilish imkonini beradi. Shu bilan birga, mahalliy qishloq xo'jaligi chiqindilaridan foydalanish orqali import o'rnini bosuvchi texnologiyalarni rivojlantirish mumkin.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Yong'oq va o'rik danagi po'choqlari, uzum donasi chiqindilari asosida olingan uglerodli adsorbentlar yuqori sirt yuzasi, rivojlangan mikrog'ovak struktura va funksional guruhlarga egaligi bilan ajralib turadi. Turli tadqiqotchilar tomonidan olib borilgan ishlar natijalari shuni ko'rsatadiki, mazkur biomassa asosida tayyorlangan sorbentlar og'ir metall ionlari, organik bo'yoqlar va gazsimon moddalarni samarali adsorbsiya qilish qobiliyatiga ega bo'lib, ularni ekologik tozalash texnologiyalarida qo'llash istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.

Adabiyotlarda keltirilishicha, sanoat chiqindi gazlarini, xususan karbonat angidrid gazining so'rilishini kuchaytirish uchun biosorbent sifatida yong'oq qobig'i chiqindilaridan olingan faollashtirilgan uglerod zarralaridan foydalanish o'zining istiqbolini tasdiqlagan [1]. Shuningdek, yong'oq po'stlog'idan xom ashyo sifatida foydalanib, $ZnCl_2$ yordamida kimyoviy faollashtirish orqali granulali faollashtirilgan ugleroddan foydalanib, Cu^{2+} ionining adsorbsiya xossalari o'rganilgan [2]. Bir qator adabiyotlar tahlili bilan tanishilganda, CO_2 va H_2 gazlarini sorbsiya qilish maqsadida ishqorli muhitda faollantirilgan yong'oq po'stlog'i asosida adsorbent namunalari olinganligi aniqlangan. Yong'oq po'stlog'idan ishlab chiqarilgan faollashtirilgan uglerodning eksperimental izoterm ma'lumotlari Lengmyur, Freyndlix, Temkin, Sips va Toth izoterm tenglamalari yordamida tahlil qilingan [3].

Shuningdek, adabiyotlardan ma'lumki, simob ionlarini adsorbsiya qilish maqsadida yong'oq po'choqlarini kaliy karbonat yordamida faollantirib, yuqori sirt maydoniga ega faollashtirilgan uglerod sintez qilingan. Bu jarayonda kimyoviy faollashtirish uchun K_2CO_3 dan foydalanish asosan amorf strukturaning shakllanishiga olib keladi. Ushbu tadqiqot simobni olib tashlash samaradorligiga massa nisbati, pH, simobning dastlabki konsentratsiyasi, harorat va kontakt vaqti kabi bir qancha omillarning ta'sirini baholashga qaratilgan [4].

Faollashtirilgan uglerod suyultirilgan eritmalardan metall ionlarini olish uchun eng ko'p ishlatiladigan adsorbent hisoblanadi. Adabiyotlarda elektrokaplama oqova suvlaridan oltin ajratib olish uchun Eron o'rik danagining

ISSN 3030-3907

qattiq qobig'idan ishlab chiqarilgan faollashtirilgan uglerodning potensiali o'rganilgan. Faollashtirilgan uglerod dozasi, faollashtirilgan uglerod zarrachalari hajmi, pH va aralashtirish tezligi kabi parametrlarning oltin adsorbsiyasiga ta'siri o'rganilgan [5].

O'rik qobig'i materialidan Pb(II) ni suyultirilgan suvli eritmadan adsorbsiyalash uchun sulfat kislota bilan kimyoviy faollashtirish orqali tayyorlangan faollashtirilgan uglerodning Pb(II) ni adsorbsiyalash uchun katta imkoniyatga ega ekanligi aniqlangan. O'rganilgan parametrlar: adsorbentning fizik va kimyoviy xususiyatlari, pH, adsorbent dozasi, kontakt vaqti va boshlang'ich konsentratsiyalar bo'lib, Pb(II) foizining yo'qotilishi pH 1,5 dan 5 gacha oshganligi, maksimal adsorbsiya uchun zarur bo'lgan optimal pH 6,0 ga teng ekanligi aniqlangan [6].

Biroq mahalliy chiqindilar asosida kompozitsion adsorbent olish haqida ma'lumotlar to'liq o'rganilmagan. Yong'oq va o'rik danagi qobiqlari hamda uzum mevasi chiqindisi asosida kompozitsion adsorbentlar olish va ularni oqova suvlar tarkibidagi og'ir metall ionlarini adsorbsiya qilish uchun qo'llash to'g'risida ma'lumotlar yetarli emas. Aynan shu boshlang'ich pozitsiya ushbu tadqiqotning dolzarbligini belgilaydi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Ushbu ilmiy tadqiqot ishida yong'oq va o'rik danagi qobiqlari hamda uzum mevasi chiqindilari 500°C dan 900°C gacha bo'lgan haroratda havosiz muhitda piroliz qilish orqali uglerodli massa olingan. O'simlik chiqindilari asosida uglerodli adsorbentlar olish jarayonida karbonizatsiya bosqichi hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'lib, mazkur jarayonda organik moddalar termik destruksiyaga uchraydi va uglerodga boy qattiq struktura shakllanadi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, yong'oq po'stlog'ining to'liq karbonizatsiyasi 400°C haroratda, o'rik po'stlog'iniki 300°C, uzum chiqindilari esa 350°C da amalga oshishi aniqlangan. Bu holat xom ashyolarning kimyoviy tarkibi va struktura xususiyatlariga bog'liq bo'lib, ularning termik barqarorligidagi farqlar bilan izohlanadi.

Yong'oq qobig'i, o'rik danagi qobig'i va uzum mevasi chiqindisi asosida kompozitsion adsorbent olish jarayonida dastlab xom ashyolar saralanib, mexanik aralashmalardan tozalandi, yuvildi va namligi kamaytirilguncha quritildi. Keyin ushbu komponentlar muayyan nisbatda maydalanib, bir xil tarkibli kompozitsion massa hosil qilindi. Tayyorlangan aralashma laboratoriya sharoitida yaratilgan qurilma asosida inert muhitda 500°C dan 900°C gacha bo'lgan haroratda piroliz qilindi.

Namunalarning adsorbsion qobiliyatini o'rganish maqsadida laboratoriya sharoitida GOST 6217-74 bo'yicha yod eritmasida yodning adsorbsiya bo'lish

ISSN 3030-3907

darajasi o'rganildi. Yod bo'yicha ko'mirning adsorbsion faolligi foiz sifatida quyidagi formula bo'yicha hisoblandi:

$$A = \frac{(V_1 - V_2) * 0{,}0127 * 100 * 100}{10 * m}$$

bu yerda: V_1 — kaliy yodiddagi 10 sm^3 yod eritmasini titrlash uchun sarflangan 0,1 mol/dm^3 (0,1 N) konsentratsiyali natriy tiosulfat eritmasining hajmi, sm^3;

V_2 — ko'mir bilan ishlov berilgandan so'ng kaliy yodid tarkibidagi 10 sm^3 yod eritmasining titrlanishiga sarflangan natriy tiosulfat eritmasining hajmi, 0,1 mol/dm^3 (0,1 N), sm^3;

0,0127 — natriy tiosulfat eritmasining 1 sm^3 ga to'g'ri keladigan yod massasi (0,1 mol/dm^3 aniq), g;

100 — ko'mirni tozalash uchun olingan kaliy yodiddagi yod eritmasining hajmi, sm^3;

m — ko'mir namunasining massasi, g.

Olingan uglerodli adsorbentlarning rangli eritmalardagi adsorbsion xossalarini aniqlash maqsadida metilen ko'ki (MK) eritmasining GOST 4453-74 bo'yicha eritmalari tayyorlandi. Eritmaning optik zichligi UV-1700 modelli spektrofotometrda aniqlandi. Optik zichlik λ = 660 nm da 10 mm li kyuvetada o'lchandi. Solishtirish uchun distillangan suvdan foydalanildi.

NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI.

1-jadval

Yong'oq po'stlog'i, o'rik va uzum danagi qobig'idan uglerodli adsorbent olishda harorat o'zgarishining unumga ta'siri, %

Xom ashyo turi	300°C	400°C	500°C	600°C	700°C	800°C	900°C
Yong'oq po'stlog'i	38	37	35	32	29	26	26
O'rik danagi po'stlog'i	40	39	37	35	32	28	27
Uzum donasi chiqindisi	35	34	32	30	27	25	24

Haroratning 300°C dan 900°C gacha oshirilishi natijasida mahsulot unumining asta-sekin kamayishi kuzatildi. Bu holat xom ashyoning tarkibiy xususiyatlari bilan bog'liq bo'lib, termik destruksiya jarayonida uglerod monooksid (CO) va karbonat angidrid (CO_2) kabi gazlarning ajralib chiqishi bilan izohlanadi. Shu bilan birga, yuqori haroratlarda karbonizatsiyalangan materialning qisman gazifikatsiyalanishi ham sodir bo'lib, bu jarayon uglerodning reaksion muhitda ishtirok etishiga olib keladi. Biroq mahsulot unumining keskin emas, balki bosqichma-bosqich kamayishi xom ashyoning asosiy qismi saqlanib

ISSN 3030-3907

qolishini ta'minlaydi va bu holat uglerodli adsorbentlar ishlab chiqarish jarayonining iqtisodiy jihatdan maqbul ekanligini ko'rsatadi.

Karbonizatlarning sorbsion xususiyatlarini oshirish maqsadida ishqoriy modifikatsiyalash usuli keng qo'llaniladi. Xususan, KOH va NaOH ishqorlari bilan ishlov berish natijasida adsorbentning g'ovak strukturasi rivojlanib, uning sirt yuzasi va adsorbsion faolligi ortishi ilmiy adabiyotlardan ma'lum [7]. Biroq oldingi tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, ishqor ta'sirida modifikatsiyalash jarayonida mahsulot chiqish unumi kamayadi. Bu holat karbonizat tarkibida mavjud bo'lgan kislorod saqlovchi funksional guruhlar — fenol va karboksil birikmalarining ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib, tegishli tuzlar ($R–O^-Me^+$ va $R–COO^-Me^+$) hosil qilishi bilan izohlanadi. Shu bilan birga, piroliz jarayonida ishqorlar destruksiyalovchi agent sifatida ishtirok etib, organik strukturadagi efir bog'larini parchalaydi va uchuvchi mahsulotlarning ajralib chiqishiga sabab bo'ladi. Tadqiqotda modifikatsiyalash jarayonlari KOH ishqorining 40% li eritmalari yordamida, karbonizatga nisbatan 1:1, 1:2 va 1:3 og'irlik nisbatlarida amalga oshirildi.

Piroliz jarayonini 500–900°C oralig'ida olib borishda harorat adsorbentning strukturasi va sorbsion xossalarini belgilaydigan asosiy omil hisoblanadi. 500°C da piroliz to'liq emas, sellyuloza va gemitsellyuloza qisman parchalanadi, lekin lignin to'liq destruksiyaga uchramaydi, natijada uglerodlanish darajasi past va g'ovak tuzilishi yetarli rivojlanmagan bo'ladi. Harorat 600°C ga yetganda organik komponentlar chuqur termik parchalanadi, uchuvchan moddalar maksimal darajada ajralib chiqadi va barqaror uglerod karkasi shakllanadi. Shu haroratda mikrog'ovaklarning shakllanishi optimal kechadi, uglerod strukturasi buzilmasdan saqlanadi va yuqori solishtirma yuza hosil bo'ladi. 700–900°C diapazonida esa ortiqcha termik ta'sir natijasida g'ovak devorlari qisman sinterlanishi va mikrog'ovaklar kengayib, mezo- va makrog'ovaklarga aylanishi mumkin. Bu holat solishtirma yuzaning kamayishiga va adsorbsion faollikning pasayishiga olib keladi.

Karbonlashgan material 800°C da suv bug'i ishtirokida faollantirish haqida adabiyotlarda ma'lumotlar mavjud [8]. Ushbu tadqiqot ishida 600–650°C da kompozitsion adsorbent namunalarini suv bug'ida faollantirish orqali ularning adsorbsion qobiliyatini oshirishga erishildi. Bu bosqichda bug' uglerod matritsasi bilan qisman reaksiyaga kirishib, ichki g'ovaklar hajmini oshiradi, mikrog'ovak va mezog'ovaklar tizimini rivojlantiradi hamda solishtirma yuza maydonini sezilarli darajada kattalashtiradi. Natijada kompozitsion adsorbentning sorbsion faolligi, ayniqsa og'ir metall ionlari va organik ifloslantiruvchilarga nisbatan yutish qobiliyati ortadi.

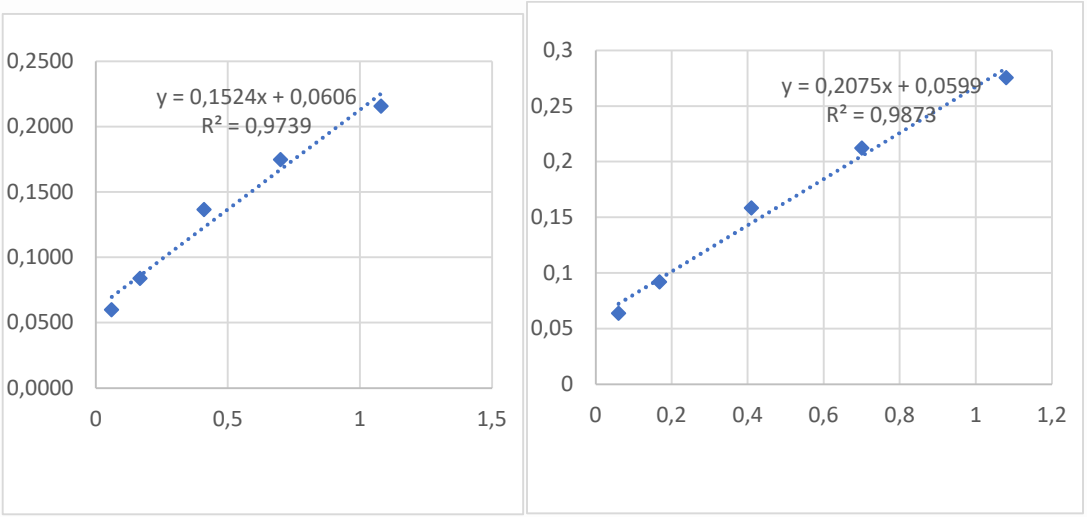
ISSN 3030-3907

2-jadval

Faollantirilgan ko'mir namunalarining yod adsorbsiyasi ko'rsatkichlariga haroratning ta'siri

№	Xomashyo turi	Adsorbsiya darajasi, %				
		500°C	600°C	700°C	800°C	900°C
1	FO'P	55,7	83,8	86,7	86,6	82,25
2	FYP	53,5	84,6	85,6	85,4	83,25
3	FUCH	56,8	83,5	85,3	85,5	84,56
4	KA	58,7	82,5	84,6	85,4	82,58

Eslatma: FO'P — faollantirilgan o'rik danagi po'stlog'i; FYP — faollantirilgan yong'oq po'stlog'i; FUCH — faollantirilgan uzum donasi chiqindisi; KA — kompozitsion adsorbent.



1 **2**

1-rasm. Kompozitsion adsorbent (KA-1) va faollantirilgan yong'oq po'stlog'i (FYP-2) namunalari uchun metilen ko'ki adsorbsiyasining Lengmyur teskari koordinatalardagi izotermasi

Olingan natijalarga ko'ra, o'rik danagi qobig'i, yong'oq qobig'i va uzum danagi kabi ko'mir namunalari, shuningdek, yong'oq va o'rik danagi qobiqlari va uzum donasi chiqindisi asosida olingan kompozitsion adsorbent namunasi yordamida adsorbsiyalanish faolligi aniqlandi. 700–900°C diapazonida ortiqcha termik ta'sir natijasida g'ovak devorlari qisman sinterlanadi va mikrog'ovaklar kengayib, mezo- va makrog'ovaklarga aylanishi kuzatilishi mumkin. Bu holat solishtirma yuzaning kamayishiga va adsorbsion faollikning pasayishiga olib keladi. Shuningdek, yuqori haroratda energiya sarfi keskin ortadi va texnologik jihatdan samaradorlik pasayadi.

Shu sababli 600°C piroliz uchun maqbul sharoit sifatida qaraladi. Bu nuqtada uglerodlanish darajasi, g'ovak tuzilishi va energiya sarfi o'rtasida eng

ISSN 3030-3907

yaxshi muvozanat ta'minlanadi. Natijada yuqori sorbsion sifatga ega, strukturasi barqaror kompozitsion adsorbent olish imkoniyati aniqlandi.

3-jadval

Faollantirilgan uglerodli adsorbent namunalarining metilen ko'ki adsorbsiyasi darajasi, %

Adsorbent turi	Metilen ko'ki eritmasining konsentratsiyasi, mg/l				
	10	20	30	40	50
FO'P	97,4	84,3	76,4	60,7	44,8
FYP	91,6	87,3	78,8	62,6	48,5
FUCH	94,2	87,6	79,4	63,6	47,4
KA	94,6	81,5	76,3	62,5	48,4

4-jadval

Metilen ko'ki bo'yicha namunalarning tekstur xossalari

Namuna	K	S_yud, m²/g	ΣV, sm³/g	R²
FO'P	114,86	634	0,267	0,99
FYP	118,65	698	0,283	0,98
FUCH	111,73	626	0,289	0,96
KA	112,48	648	0,265	0,97

Faollantirilgan ko'mir namunalarining metilen ko'ki eritmasini rangsizlantirish darajasi eritma konsentratsiyasiga bevosita bog'liq holda o'zgaradi. Dastlab past konsentratsiyalarda adsorbsiya jarayoni yuqori samaradorlik bilan kechadi, chunki adsorbent yuzasidagi aktiv markazlar soni yetarli bo'lib, metilen ko'ki molekulalari ularga oson birikadi. Bu bosqichda rangsizlantirish darajasi yuqori bo'lib, eritma deyarli to'liq tozalanishi mumkin. Biroq eritma konsentratsiyasi ortib borishi bilan adsorbat molekulalarining soni ko'payib, adsorbent yuzasidagi aktiv markazlar bosqichma-bosqich to'yinib boradi. Ma'lum bir nuqtaga yetganda adsorbentning g'ovaklari va aktiv markazlari deyarli to'liq band bo'ladi va yangi molekulalarni qabul qilish imkoniyati cheklanadi. Bu holat adsorbsiya izotermasida to'yinish bosqichi sifatida namoyon bo'ladi.

Yong'oq va o'rik danagi qobiqlari hamda uzum mevasi chiqindisi asosida olingan kompozitsion adsorbentning metilen ko'ki eritmasini rangsizlantirish darajasi faollantirilgan uglerod namunalariga nisbatan yuqoriroq bo'lishi uning tarkibiy va struktura xususiyatlari bilan izohlanadi. Mazkur kompozitsion material uch xil biomassa manbasining birgalikda karbonlanishi va faollanishi natijasida hosil bo'lgani uchun uning g'ovak tuzilishi bir xil emas, balki mikrog'ovak, mezog'ovak va qisman makrog'ovaklardan iborat murakkab sistema shakllantiradi. Bu esa metilen ko'ki kabi nisbatan yirik organik molekulalarning

ISSN 3030-3907

adsorbent ichiga chuqurroq kirib borishi va ko'proq aktiv markazlarga bog'lanishini ta'minlaydi. Shu bilan birga, uzum chiqindisi tarkibidagi kislorodli funksional guruhlar yong'oq va o'rik qobiqlaridan hosil bo'lgan aromatik uglerod tuzilmalari bilan birgalikda adsorbent yuzasida elektrostatik tortilish, π–π o'zaro ta'sir va yuza komplekslarining hosil bo'lishini kuchaytiradi. Odatda faollantirilgan uglerod namunalarida asosan mikrog'ovaklar ustun bo'lib, yirik bo'yoq molekulalarining diffuziyasi cheklanishi mumkin. Kompozitsion adsorbentda esa g'ovaklar o'lchamining muvofiq taqsimlanishi va funksional guruhlar xilma-xilligi sababli metilen ko'kining ushlanishi samaraliroq kechadi.

XULOSA.

Kompozitsion adsorbentning yodning 0,1 N li eritmasidan yod molekulalarini adsorbsiya qilish va metilen ko'ki eritmasini rangsizlantirish qobiliyati uning yuqori darajada rivojlangan g'ovak tuzilishi va yuza faolligi bilan belgilanadi. Yod adsorbsiyasi asosan mikrog'ovaklar hajmi va ichki yuza maydonini baholash mezoni sifatida xizmat qiladi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, kompozitsion adsorbentda mikrog'ovaklar ulushi yuqori bo'lib, yod molekulalarini samarali ushlab qolish imkonini beradi. Bu esa adsorbentning ichki strukturasi yaxshi shakllanganini va yuqori adsorbsion sig'imga ega ekanligini ko'rsatadi.

Metilen ko'ki eritmasini rangsizlantirish jarayoni esa asosan mezog'ovaklar va yuzadagi funksional guruhlar ishtirokida kechadi. Kompozitsion adsorbentda turli o'lchamdagi g'ovaklar mavjudligi sababli metilen ko'ki molekulalari erkin diffuziya qilib, aktiv markazlarga samarali bog'lanadi. Shu bilan birga, adsorbent yuzasidagi kislorodli funksional guruhlar, π–π o'zaro ta'sirlar va elektrostatik tortilish kuchlari adsorbsiya jarayonini kuchaytiradi.

Natijada kompozitsion adsorbent ham yod kabi kichik molekulalar uchun, ham metilen ko'ki kabi yirik organik molekulalar uchun yuqori samaradorlik namoyon qiladi. Bu uning universal adsorbsion material sifatida qo'llanish imkoniyatlari mavjudligini ko'rsatadi va uning strukturasi hamda yuza xossalari maqbul darajada shakllangani asoslangan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Khoshraftar Z., Ghaemi A. Presence of activated carbon particles from waste walnut shell as a biosorbent in monoethanolamine (MEA) solution to enhance carbon dioxide absorption // Heliyon. — 2022. — Vol. 8, № 12. — P. e12660. — DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e12660.

2. Kim J.W., Sohn M.H., Kim D.S., Sohn S.M., Kwon Y.S. Production of granular activated carbon from waste walnut shell and its adsorption characteristics for Cu^{2+} ion // Journal of Hazardous Materials. — 2001. — Vol. 85, № 3. — P. 301–315.

ISSN 3030-3907

3. Serafin J., Dziejarski B., Cruz Junior O.F., Sreńscek-Nazzal J. Design of highly microporous activated carbons based on walnut shell biomass for H_2 and CO_2 storage // Carbon. — 2023. — Vol. 201. — P. 633–647.
4. Albatrni H., Abou Elezz A., Elkhatat A., Qiblawey H., Almomani F. A green route to the synthesis of highly porous activated carbon from walnut shells for mercury removal // Journal of Water Process Engineering. — 2023. — Vol. 51. — P. 103394.
5. Pijović Radovanović M., Ječmenica Dučić M., Vasić Anićijević D., Dodevski V., Živković S., Pavićević V., Janković B. Activated carbons from apricot kernel shells for wastewater treatment: adsorption of Pb^{2+} and Rhodamine B with equilibrium, kinetics, thermodynamics, and DFT analysis // Materials. — 2023. — Vol. 16, № 14. — P. 5027.
6. Soleimani M., Kaghazchi T. The investigation of the potential of activated hard shell of apricot stones as gold adsorbents // Journal of Industrial and Engineering Chemistry. — 2008. — Vol. 14, № 1. — P. 28–37.
7. Убайдуллаева Н.Н., Салиханова Д.С. Изучение влияния модификатора на адсорбционные свойства // Miasto Przyszłości. — 2024. — № 47. — С. 517. — URL: http://miastoprzyszlosci.com.pl/index.php/mp/article/view/517/478.
8. Salikhanova D.S., Usmonova Z.T. Determination of physicochemical and adsorption properties of carbon adsorbents obtained on the basis of plum seed waste // AIP Conference Proceedings. — 2024. — Vol. 3045. — P. 030054. — DOI: 10.1063/5.0197632.

ISSN 3030-3907