ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -7

# DEVELOPMENT OF SCIENCE

## scientific journal



# Development of science

## Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, 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

# PAVLOVNIA DARAXTI CHIQINDILARI ASOSIDA FAOLLASHTIRILGAN UGLERODLI SORBENTLARNING FUNKSIONAL XUSUSIYaTLARINI TADQIQ ETISH

**Jumayeva D.J.**
*O‘zRFA Umumiy va noorganik kimyo instituti*
**Axrorova R.O.**
**Raxmatullayeva N.T.**
*Toshkent kimyo-texnolgiya instituti*
**Zaripbayev K.Sh.**
*O‘zRFA Umumiy va noorganik kimyo instituti*
**Haydarov B.H.**
*O‘zRFA Umumiy va noorganik kimyo instituti*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada Pavlovniya Tomentoza (Paulownia tomentosa) daraxti chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning funksional xususiyatlari infraqizil spektroskopiya (FTIR) usuli yordamida tadqiq qilingan. Tadqiqotlarda Pavlovniya daraxtining yog‘och chiqindilari asosida an’anaviy va noan’anaviy usullarda faollashtirilgan uglerodli sorbentlar olinib, ularning sirt kimyoviy tabiati va funksional guruhlar tarkibi o‘rganildi. Tadqiqotda Pavlovniya daraxti chiqindilari asosida yuqori samarali faollashtirilgan uglerodli adsorbentlarning fizik-kimyoviy xossalaridan IQ-spektr tadqiqoti olib borilgan. Adsorbentlarning funksional xususiyatlari infraqizil spektroskopiya (FTIR) usullar yordamida tadqiq etilganda adsorbentlarning rivojlangan g‘ovak tizimga hamda adsorbsiya markazlari vazifasini bajaruvchi funksional guruhlarga ega ekanligini tasdiqladi. IK-spektrlar tahlili natijasida sorbentlar sirtida gidroksil (–OH), karboksil (–COOH), karbonil (C=O), efir (C–O–C) va aromatik tuzilishga tegishli funksional guruhlar mavjudligi aniqlandi. Faollashtirish jarayoni davomida uglerod strukturasida sodir bo‘ladigan o‘zgarishlar hamda funksional guruhlar miqdorining o‘zgarishi sorbentlarning sorbsion xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi ko‘rsatildi. Olingan natijalar faollashtirish usuli va texnologik sharoitlar sorbent sirtidagi funksional markazlarning shakllanishiga bevosita ta’sir qilishini tasdiqladi. Xususan, mikroto‘lqinli ta’sirlashuv asosida faollashtirilgan namunalarda sorbsion jarayonlarda ishtirok etuvchi kislorod saqlovchi funksional guruhlar nisbatan yaxshi rivojlanganligi aniqlandi. Tadqiqot natijalari Pavlovniya Tomentoza chiqindilari asosida olingan uglerodli sorbentlarning sirt xususiyatlarini baholash, ularning sorbsion mexanizmlarini tushuntirish va kelgusida gaz hamda suyuq muhitlarni tozalash jarayonlarida qo‘llash imkoniyatlarini asoslash uchun muhim ilmiy ahamiyatga ega. Tadqiqotning maqsadi mahalliy biomassa chiqindilaridan foydalanish asosida import o‘rnini bosuvchi, yuqori adsorbsion xususiyatlarga ega sorbent materiallar yaratishda


ISSN 3030-3907

ularning fizik-kimyoviy xarkateristikalaridan biri funksional xususiyatlarini o‘rganishdan iborat.

**Kalit so‘zlar:** Pavlovniya Tomentoza, faollashtirilgan uglerod, funksional guruhlar, infraqizil spektroskopiya, FTIR, gidroksil guruhi, karboksil guruhi, karbonil guruhi, sorbent, sirt kimyosi.

**Аннотация.** В данной статье исследованы функциональные свойства активированных углеродных сорбентов, полученных на основе отходов древесины Павловнии войлочной (Paulownia tomentosa), методом инфракрасной спектроскопии (FTIR). В ходе исследований на основе древесных отходов павловнии были получены активированные углеродные сорбенты традиционными и нетрадиционными методами активации, а также изучены химическая природа их поверхности и состав функциональных групп. Для оценки физико-химических свойств высокоэффективных активированных углеродных адсорбентов, полученных из отходов павловнии, проведены исследования методом ИК-спектроскопии. Результаты FTIR-анализа подтвердили наличие у адсорбентов развитой пористой структуры и функциональных групп, выполняющих роль активных центров адсорбции. Анализ ИК-спектров показал присутствие на поверхности сорбентов гидроксильных (–OH), карбоксильных (–COOH), карбонильных (C=O), эфирных (C–O–C) и ароматических функциональных групп. Установлено, что изменения углеродной структуры и количественного содержания функциональных групп в процессе активации оказывают существенное влияние на сорбционные свойства материалов. Полученные результаты подтверждают, что способ активации и технологические условия непосредственно влияют на формирование функциональных центров на поверхности сорбента. В частности, образцы, активированные с использованием микроволнового воздействия, характеризуются более развитой системой кислородсодержащих функциональных групп, участвующих в процессах сорбции. Результаты исследования имеют важное научное значение для оценки поверхностных свойств углеродных сорбентов, полученных из отходов Paulownia tomentosa, объяснения механизмов сорбции и обоснования перспектив их применения в процессах очистки газовых и жидких сред. Целью исследования является изучение функциональных свойств как одной из важнейших физико-химических характеристик сорбентных материалов с высокими адсорбционными свойствами, полученных на основе местных биомассовых отходов в качестве импортозамещающих материалов.

**Ключевые слова:** Paulownia tomentosa, активированный углерод, функциональные группы, инфракрасная спектроскопия, FTIR,

гидроксильная группа, карбоксильная группа, карбонильная группа, сорбент, химия поверхности.

**Abstract**: This study investigates the functional properties of activated carbon sorbents derived from Paulownia tomentosa wood waste using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). Activated carbon sorbents were produced from Paulownia wood residues by both conventional and non-conventional activation methods, and their surface chemical nature as well as functional group composition were examined. FTIR analysis was employed to evaluate the physicochemical characteristics of highly efficient activated carbon adsorbents obtained from Paulownia biomass waste. The results confirmed that the adsorbents possess a well-developed porous structure and a variety of functional groups serving as active adsorption sites. The FTIR spectra revealed the presence of hydroxyl (–OH), carboxyl (–COOH), carbonyl (C=O), ether (C–O–C), and aromatic functional groups on the sorbent surface. It was established that structural transformations occurring in the carbon matrix during activation, together with variations in the concentration of surface functional groups, significantly influence the sorption performance of the adsorbents. The obtained results demonstrate that the activation method and technological conditions directly affect the formation of functional centers on the sorbent surface. In particular, samples activated by microwave treatment exhibited a more developed system of oxygen-containing functional groups involved in sorption processes. The findings are of considerable scientific importance for evaluating the surface properties of carbon sorbents derived from Paulownia tomentosa waste, elucidating their sorption mechanisms, and substantiating their potential application in gas and liquid purification technologies. The aim of this research is to investigate the functional properties as one of the key physicochemical characteristics of highly adsorptive sorbent materials produced from local biomass waste as import-substituting products.

**Keywords:** Paulownia tomentosa, activated carbon, functional groups, infrared spectroscopy, FTIR, hydroxyl group, carboxyl group, carbonyl group, sorbent, surface chemistry.

**KIRISH.**

Bugungi kunda atmosfera havosi, tabiiy suv resurslari va sanoat chiqindilarining turli organik hamda noorganik moddalar bilan ifloslanishi yuqori samarali sorbsion materiallar yaratishga bo‘lgan ehtiyojni yanada oshirmoqda. Shu munosabat bilan qayta tiklanuvchi o‘simlik xomashyolari asosida yuqori sorbsion xususiyatlarga ega bo‘lgan uglerodli adsorbentlar olish va ularning funksional xususiyatlarini tadqiq qilish sohasida keng ko‘lamli ilmiy izlanishlar amalga oshirilmoqda.


ISSN 3030-3907

So‘nggi yillarda faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning sorbsion xususiyatlarini yaxshilashda ularning sirt kimyoviy tabiati hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanligi ko‘rsatilgan. Jumladan, mualliflar [1-4] tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotlarda faollashtirilgan uglerodlarning sorbsion xususiyatlari ko‘p jihatdan ularning sirtida mavjud bo‘lgan kislorod saqlovchi funksional guruhlar bilan belgilanishi ta’kidlangan. Shuningdek, [5-6] tadqiqotchi olimlar o‘z tadqiqotlarida gidroksil, karboksil va karbonil guruhlarining adsorbat molekulalari bilan o‘zaro ta’sirlashish mexanizmida muhim o‘rin tutishini ko‘rsatganlar.

O‘simlik chiqindilari asosida olingan uglerodli sorbentlarning funksional xususiyatlarini tadqiq qilish bo‘yicha [7-10] mualliflarning tadqiqotlarida olib borilgan ishlarda turli biomassa manbalari asosida sintez qilingan adsorbentlarda kislorod saqlovchi funksional markazlar hosil bo‘lishi hamda ularning sorbsion jarayonlarga ta’siri o‘rganilgan. Mualliflar faollashtirish jarayoni sharoitlari funksional guruhlar tarkibi va miqdoriga bevosita ta’sir qilishini qayd etganlar.

Faollashtirilgan uglerodli materiallarning sirt xususiyatlarini o‘rganishda infraqizil spektroskopiya (FTIR) usuli eng samarali tahlil usullaridan biri hisoblanadi. Ushbu usul yordamida adsorbent sirtida mavjud bo‘lgan gidroksil (–OH), karboksil (–COOH), karbonil (C=O), efir (C–O–C) va aromatik tuzilishlarga tegishli funksional guruhlarni identifikatsiya qilish mumkin. Shu sababli ko‘plab tadqiqotchilar sorbentlarning funksional xususiyatlarini baholashda aynan FTIR tahlil usulidan foydalanmoqdalar.

Pavlovniya Tomentoza daraxti yuqori o‘sish tezligi, biomassa hosil qilish qobiliyati va chiqindilarining ko‘pligi bilan ajralib turadi. Biroq mazkur xomashyo asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning funksional xususiyatlari va sirt kimyoviy tabiatini o‘rganish bo‘yicha tadqiqotlar hali yetarli darajada amalga oshirilmagan.

Shu munosabat bilan mazkur tadqiqot ishining maqsadi Pavlovniya Tomentoza daraxti chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning funksional xususiyatlarini infraqizil spektroskopiya usuli yordamida tadqiq qilish, sirtda hosil bo‘lgan funksional guruhlarni aniqlash hamda ularning sorbsion xususiyatlarga ta’sirini baholashdan iborat.

**MATERIALLAR VA TADQIQOT USULI.** Tadqiqot obyekti sifatida O‘zbekiston Respublikasida keng miqyosda yetishtirilayotgan Pavlovniya daraxtining yog‘och chiqindilari tanlandi. Mazkur biomassa yuqori miqdordagi sellyuloza, gemisellyuloza va lignin saqlashi, tez tiklanuvchi resurs hisoblanishi hamda adsorbentlar olish uchun qulay uglerod manbai bo‘lishi bilan ajralib turadi.

So‘nggi yillarda Pavlovniya biomassasi asosida tayyorlangan sorbentlar energiya saqlash qurilmalari, superkondensator elektrodlari, gaz sensorlari va funksional kompozit materiallar tarkibida ham qo‘llanilmoqda. Bu esa mazkur


ISSN 3030-3907

biomassa asosida olinadigan sorbentlarning amaliy ahamiyati va qo‘llanilish sohalarining kengayib borayotganligini ko‘rsatadi.



a) Piroliz usulida dastlabki ko‘mirlash jarayoni

b) suv bug‘ida faollashtirilgan 1-3 mm disperlik darajasidagi adsorbent

**1-rasm. Xomashyodan adsorbent olishda ularni faollash usullari orqali olingan sorbsion material**

Faollashtirilgandan keyingi mahslotning a) ko‘rinishida ko‘mirlashtirishdan keyingi holat va keyingi bosqichlarda ularni faollashtirish uchun 1-3 mm disperlikkacha maydalab, so‘ngra yuqori g‘ovaklik strukturasini shakllanishi uchun b) ko‘rinishdagi holatga keltirilgan. Bunda tadqiqotning keyingi bosqichlarida shu disperslik darajasini e’tiborga olgan holda amalga oshirilgan. An’anaviy faollashtirish texnologiyalarini qiyosiy baholash maqsadida tadqiqotlarda noan’anaviy yondashuv orqali piroliz jarayonidan so‘ng USni MTli nurlanish yordamida qayta faollashtirish usuli qo‘llanildi. Mazkur usulning texnologik sxemaci 1-rasmda berilgan bo‘lib, u uglerod asosli adsorbentlarni qisqa vaqt ichida yuqori darajada faollashtirish imkonini berish bilan ahamiyatli hisoblanadi.

Daraxt chiqindilari asosida yuqori samarali adsorbentlar olishda qo‘llaniladigan texnologiyalarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, adsorbentlarning asosiy xususiyatlari tanlangan faollashtirish usuliga bevosita bog‘liq hisoblanadi. Bugungi kunda uglerodli adsorbentlar olishda fizikaviy, kimyoviy va noan’anaviy faollashtirish usullaridan keng foydalanilmoqda. Faollashtirib olingan sorbsion materiallarning xususiyatlari zamonaviy IQ-spektroskopiya orqali амалга оширилган, eksperimental tadqiqotlar сорбцион материалларнинг функционал хусусиятларини тадқиқ этиш имконияти орқали амалга оширилган.

**NATIJALAR VA MUHOKAMA.** Yuqori sorbsion xususiyatlarga ega adsorbentlarning samaradorligi birinchi navbatda ularning kolloid-kimyoviy xususiyatlari bilan belgilanadi. Adsorbentlarning solishtirma sirt maydoni, g‘ovaklik parametrlari, sirt energiyasi, funksional guruhlar tarkibi va adsorbat


ISSN 3030-3907

molekulalari bilan o‘zaro ta’sirlashish qobiliyati sorbsiya jarayonlarining borishiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli yuqori g‘ovakli sorbsion materiallarning kolloid-kimyoviy xossalarini kompleks o‘rganish ularning amalda qo‘llanilish imkoniyatlarini baholashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatdiki, o‘simlik chiqindilari asosida olingan adsorbentlarda faollashtirish jarayoni ta’sirida yuqori darajada rivojlangan mikrog‘ovak va mezog‘ovak strukturalar shakllanadi. Mikrog‘ovaklar adsorbat molekulalarining sorbsiyasi uchun asosiy aktiv hajmni ta’minlasa, mezog‘ovaklar molekulalarning ichki struktura bo‘ylab harakatlanishini yengillashtirib, massa uzatish jarayonlarini jadallashtiradi. Natijada sorbsiya jarayonining tezligi va umumiy adsorbsiya sig‘imi ortadi.

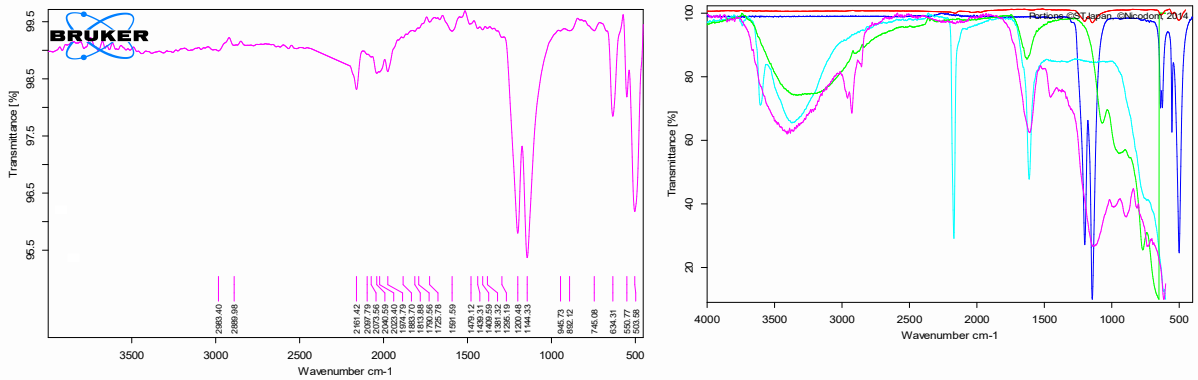
Adsorbentlar sirtida hosil bo‘lgan funksional guruhlarning tabiati ham ularning kolloid-kimyoviy faolligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Faollashtirish jarayonlaridan keyin material sirtida gidroksil (–OH), karboksil (–COOH), karbonil (C=O), efir va fenolik guruhlarning shakllanishi kuzatiladi. Ushbu funksional markazlar gazsimon va suyuq muhitdagi adsorbat molekulalari bilan turli xil fizik va kimyoviy o‘zaro ta’sirlarni hosil qilib, sorbsiya jarayoni samaradorligini oshiradi [11-12].

Tadqiqotlar davomida an’anaviy suv bug‘i ishtirokida faollashtirilgan hamda noan’anaviy mikroto‘lqinli ta’sirlashuv asosida olingan adsorbentlar qiyosiy baholandi. Qiyosiy tahlil natijalari mikroto‘lqinli ta’sirlashuv natijasida hosil bo‘lgan materiallarda mikrog‘ovaklar ulushi yuqoriroq shakllanishini va adsorbsion faollikning oshishini ko‘rsatdi. Bu holat energiyaning material hajmi bo‘ylab bir tekis tarqalishi va uglerod strukturasining teng taqsimlangan holda faollashishi bilan izohlanadi.

Tomentoza daraxtining yog‘ochini suv bug‘i hamda MTli faollashtirish orqali olingan sorbsion materiallarni fizik kimyoviy xarakteraistikalarini tadqiqotiida IQ-spektrlarni tahlil etish undagi funksional guruhlarning mavjudligi va ularda boradigan adsorbsion jarayonlarning muhim ma’lumoti haqida xabar beradi. Suv bug‘i yordamida faollashtirilgan *Tomentoza* biomassasi asosida hosil qilingan uglerodli adsorbentning IQ-spektridagi 2-rasmda keltirilgan bo‘lib, namunaning sirt strukturasidagi funksional guruhlarning tabiati va ularning faol sorbsion markazlar sifatidagi rolini aniqlash imkonini beradi. Asosiy kuzatilgan cho‘qqilar quyidagicha tavsiflandi, ya’ni **~3420 $sm^{-1}$** atrofidagi kuchli va keng cho‘qqilarni kuzatilishi **-OH** guruhining valent tebranishlariga xos bo‘lib, bu adsorbent sirtidagi fenol, spirt va karboksil birikmalarining mavjudligini tasdiqlaydi. Bu guruhlar adsorbsion markazlar sifatida gaz molekulalarini, ayniqsa, $H_2S$ va $SO_2$ ni yutishda muhim rol o‘ynaydi. Daraxt yog‘ochi asosida suv bug‘i bilan faollashtirilgan namunasining **~2920-2850 $sm^{-1}$** sohasidagi o‘rtacha


ISSN 3030-3907

intensivlikdagi kuzatilgan cho‘qqilar **-C-H** valent tebranishlariga tegishli bo‘lib, ular asosan alifatik uglevodorod zanjirlarining qoldiq qismlariga mansub hisoblandi [13-14]. Na’munaning **~1700-1720 sm$^{-1}$** dagi cho‘qqilarida **-C=O** bog‘ining tebranishlariga xos bo‘lgan adsorbent sirtidagi karboksil, lakton va keton funksional guruhlarining mavjudligini ko‘rsatdi. Faollashtirib olingan namunaning **~1610-1630 sm$^{-1}$** dagi cho‘qqilarlari **-C=C** aromatik bog‘lar tebranishlari bilan bog‘liq bo‘lib, faollantirish jarayonida hosil bo‘lgan grafitsimon uglerod strukturasini ifoda etadi, shuningdek **~1100-1200 sm$^{-1}$** atrofidagi kuzatilgan cho‘qqilar **–C-O-C** va **C-O** tebranishlariga tegishli bo‘lib, efir yoki spirtsimon birikmalarning mavjudligini hamda **~870-620 sm$^{-1}$** sohasidagi past chastotali cho‘qqilar esa aromatik halqalarning deformatsion tebranishlari bilan izohlanadi. Bu esa strukturadagi uglerod tuzilishining tartibliligi va yuqori kondensatsiyalanganligini ko‘rsatadi, olingan natijalarga ko‘ra, faollashtirish jarayonida suv bug‘ining ta’siri sirtdagi oksidlangan funksional guruhlarning hosil bo‘lishiga olib kelgan. Natijada, adsorbentning sirtining qutbliligi va uning gaz molekulalarini, ayniqsa qutbli va zararli komponentlarni fizik-kimyoviy sorbsiya orqali yutish qobiliyatini kuchaytirishi mumkin. Ikkinchi b) tasvirda keltirilgan ma’lumotlar asosida faollashtirilgan na’muna spektri **FTIR-ma’lumotlar bazasi** bilan avtomatik ravishda taqqoslandi. Spektrlarni o‘zaro solishtirish natijalariga ko‘ra, namunadagi asosiy cho‘qqi intensivliklari bir qator etalon moddalar bilan qisman moslikni namoyon etgan.




a) b)

**2-rasm. Tomentoza daraxti yog‘ochini a) 800°C haroratda suv bug‘i ishtirokida faollashtirilgan adsorbent namunasi hamda b) adabiyotlar tahlili asosida bazaviy ma’lumotlar bilan solishtirilgan IQ-spektri.**

Xususan, spektr elementlari politetraftoretilen (CAS № 9002-84-0), qizil organik pigment “Pigment Red-107”, aluminiy xlorgidrati hamda nikel(II) sianidi ($Ni(CN)_2$) moddalari spektrlaridagi xarakterli bog‘lanish diapazonlari bilan muayyan darajada o‘xshashlikni ko‘rsatgan.

Namuna spektrlaridagi o‘xshash moslikning kuzatilishi avvalo, faol uglerod sirtidagi kislorodli, galogenli va qisman metall-kompleks tabiatli funksional


ISSN 3030-3907

guruhlarning mavjudligi bilan izohlanadi. Bu holat, asosan, faol uglerodning sirtidagi kislorodli va galogenli bog‘lanishlarning mavjudligini ifoda etadi. Shu bilan birga, suv bug‘i bilan faollashtirilgan *Pavlovniya Tomentoza* adsorbentining spektrida yuqori intensivlikdagi -OH va C=O bog‘larining mavjudligi, hamda uglerodli strukturalarining aniq ifoda etilgani **PTFE va aluminiy xlorgidrat standartlaridan farqli holda,** uglerod-kislorod-vodorod tizimining tabiiy organik kelib chiqishini tasdiqlaydi.

**XULOSA.** Mazkur tadqiqotda Pavlovniya daraxti chiqindilari asosida yuqori sorbsion xossalarga ega bo‘lgan faollashtirilgan uglerodli adsorbentlar olishning ilmiy va texnologik asoslari ishlab chiqildi hamda ularning fizik-kimyoviy, xususiyatlaridan IK-spektr taxlili orqali uning funksional xarakteristikasi o‘rganildi.

Pavlovniya Tomentoza daraxti chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning funksional xususiyatlari infraqizil spektroskopiya usuli yordamida tadqiq qilinib, ularning sirt kimyoviy tabiati aniqlandi.

IK-spektrlar tahlili natijasida faollashtirilgan sorbentlar sirtida gidroksil (–OH), karbonil (C=O), efir (C–O–C) va aromatik tuzilmalarga tegishli funksional guruhlar mavjudligi aniqlandi. Mazkur funksional markazlar adsorbent sirtining kimyoviy faolligini ta’minlovchi asosiy omillardan biri ekanligi ko‘rsatildi.

Faollashtirish jarayoni davomida uglerod matritsasida aromatiklashish jarayonlari sodir bo‘lishi va kislorod saqlovchi funksional guruhlarning shakllanishi aniqlandi. Bu esa sorbentlarda rivojlangan sorbsion markazlar tizimi hosil bo‘lishini ta’minlagan. Olingan spektrlarni adabiyot ma’lumotlari bilan qiyosiy tahlil qilish natijasida Pavlovniya chiqindilari asosida olingan sorbentlarning funksional xususiyatlari sanoatda qo‘llanilayotgan faollashtirilgan uglerod materiallari bilan muvofiqligi tasdiqlandi. Bu holat tanlangan faollashtirish sharoitlarining maqbulligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot natijalari funksional guruhlarning hosil bo‘lishi sorbentlarning sorbsion xususiyatlarini shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etishini ko‘rsatdi. Xususan, gidroksil, karbonil va efir tabiatli funksional markazlar adsorbat molekulalari bilan o‘zaro ta’sirlashish ehtimolini oshirib, sorbsiya jarayonining samaradorligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi asoslantirildi.

Shunday qilib, Pavlovniya Tomentoza chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlar rivojlangan funksional markazlar tizimiga ega bo‘lib, ularni organik birikmalar, suv-spirtli muhitlar hamda turli gazsimon adsorbatlarni sorbsiya qilish jarayonlarida qo‘llash uchun istiqbolli material sifatida baholash mumkin.


ISSN 3030-3907

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Marsh H., Rodríguez-Reinoso F. (2006). *Activated Carbon*. Amsterdam: Elsevier Science & Technology Books.
2. Ioannidou O., Zabaniotou A. (2007). Agricultural residues as precursors for activated carbon production – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(9), 1966–2005.
3. Lua A.C., Yang T. (2004). Characteristics of activated carbons prepared from pistachio-nut shells by physical activation. *Journal of Colloid and Interface Science*, 274(2), 594–601.
4. Guo J., Lua A.C. (2000). Preparation of activated carbons from oil-palm-stone chars by microwave-induced carbon dioxide activation. *Carbon*, 38(14), 1985–1993.
5. Mohan D., Pittman C.U. (2006). Activated carbons and low-cost adsorbents for remediation of tri- and hexavalent chromium from water. *Journal of Hazardous Materials*, 137(2), 762–811.
6. Yakout S.M., Elsherif E. (2010). Carbon—science and technology. *Adsorption characteristics of activated carbon prepared from rice straw*. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 85, 128–135.
7. Foo K.Y., Hameed B.H. (2012). Preparation, characterization and evaluation of adsorptive properties of orange peel based activated carbon. *Journal of Hazardous Materials*, 173(1–3), 385–394.
8. Bansal R.C., Goyal M. (2005). *Activated Carbon Adsorption*. Boca Raton: CRC Press.
9. Demiral H., Demiral İ. (2011). Surface properties of activated carbon prepared from olive bagasse by chemical activation. *Surface and Interface Analysis*, 43(10), 1349–1354.
10. Rosas J.M., Bedia J., Rodríguez-Mirasol J., Cordero T. (2009). HEMP-derived activated carbon fibers by chemical activation with phosphoric acid. *Fuel*, 88(1), 19–26.
11. Рахимов У.Ю., Жумаева Д.Ж., Барноева С.Б, Эшметов И.Д. Узум данаги чиқиндиси асосида фаоллаштирилган адсорбентларда ИҚ-спектр таҳлили. “Кимё ва кимё таълими муаммолари” мавзусидаги республика илмий-амалий анжуман материаллар тўплами. 2022 йил 20 сентябрь. Қўқон – 2022. 329-331 бетлар.
12. Жумаева Д.Ж., Шамуратова М.Р., Рахматуллаева Н.Т., Абдурахимов А.Х., Эргашев О.К. Павловния дарахт ёғочи чиқиндиларини фаоллаштириш усуллари. Наманган муҳандислик-қурилиш институти. Механика ва технология илмий журнали. №3 (3), 2022. Махсус сон. Наманган-2022. 289-294 б.


ISSN 3030-3907

13. Охунжонов З.Н., Аҳророва Р.О., Нўмонова З.Т., Рахимов У.Ю. Жумаева Д.Ж. Тоғ машиналари шинаси асосидаги сажа ёрдамида гранулалаштирилган адсорбент. Наманган муҳандислик-қурилиш институти. Механика ва технология илмий журнали. №3 (3), 2022. Махсус сон. Наманган-2022. 294-299 б.

14. Рахматуллаева Н.Т., Фузайлова Ф.Н., Абдурахимов А.Х., Жумаева Д.Ж. Исследование макро- и микроэлементов деревьев при получении адсорбентов. “Кимё ва кимё таълими муаммолари” мавзусидаги республика илмий-амалий анжуман материаллар тўплами. 2022 йил 20 сентябрь. Қўқон – 2022. 331-333 б.


ISSN 3030-3907