

ISSN 2091-5527
№ 3/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

PIROLIZ QURUMINING TERMODINAMIK XOSSALARI

Xudoynazarov F.S.

Toshkent kimyo-texnologiya instituti Yangiyer filiali

Annotatsiya: Ushbu tadqiqotda dastlabki va qayta ishlangan asetilen qurumlarining adsorbsion xususiyatlari taqqoslangan. Namunalarning sirt maydoni, g'ovakligi va gaz adsorbsiyasi Autosorb IQ qurilmasida azot (N_2) adsorbsiyasi orqali o'lchandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, qayta ishlangan qurumning BET sirt maydoni ($193,6669 \text{ m}^2/\text{g}$) va g'ovakligi ($0,500468 \text{ sm}^3/\text{g}$) yuqori bo'lib, bu uning adsorbsion qobiliyatini oshiradi. Shuningdek, gazni adsorbsiyalash hajmi ham yuqori ($\sim 273,8799 \text{ sm}^3/\text{g}$) bo'ldi.

Kalit so'zlar: Adsorbsiya, BET sirt maydoni, g'ovak hajmi, fizik-sorbsiya, tozalangan namuna, ishlov berilmagan namuna.

Kirish. Qurum sanoatda keng qo'llaniladigan noorganik material bo'lib, u kauchuk mahsulotlarida mustahkamlovchi plomba, bo'yoq va siyohlarda rang beruvchi pigment, elektrotexnika sohasida elektr o'tkazuvchan komponent, shuningdek, samarali adsorbent sifatida ishlatiladi. Qurumga xos asosiy xususiyatlar – uning yuqori disperslik darajasi, rivojlangan sirt maydoni va g'ovak tuzilishidir. Aynan shu omillar uning fizik-kimyoviy xossalarini va amaliy qo'llanish imkoniyatlarini belgilab beradi[1-5].

Qurum turli usullar orqali olinadi, ulardan biri metan gazining pirolizi orqali atsetilen olish jarayonidir. Mazkur jarayon natijasida asosiy mahsulot sifatida atsetilen hosil bo'lsa, ikkilasmchi mahsulot sifatida qurum ajralib chiqadi. Ushbu ikkilasmchi mahsulot ko'pincha sanoat chiqindisi sifatida qaralsa-da, uning yuqori yuzali va g'ovak tuzilishga ega bo'lishi uni samarali adsorbent sifatida qayta ishlash va turli sohalarda qo'llash imkonini beradi[6-8].

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Mazkur tadqiqotda aynan metan gazini piroliz qilish jarayonida hosil bo'ladigan qurumning dastlabki va qayta ishlangan namunalari o'rganildi. Ularning yuzasi, g'ovak hajmi va gazni adsorbsiyalash xossalari taqqoslanadi hamda amaliy qo'llanishdagi afzalliklari tahlil qilinadi.

So'nggi yillarda gazlarni adsorbsiyalash, saqlash va ajratish jarayonlari uchun samarali adsorbent materiallarni ishlab chiqish ilmiy tadqiqotlarning asosiy yo'nalishlaridan biriga aylandi. Bunda materiallarning sirt maydoni, g'ovaklik darajasi va gaz bilan o'zaro ta'sirini aniqlash muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu jarayonlarni baholashda eng ishonchli va keng qo'llaniladigan qurilmalardan biri bu Autosorb IQ hisoblanadi [9-10].

Autosorb IQ qurilmasi yuqori aniqlikdagi gaz adsorbsiyasi va desorbsiyasi asosida ishlaydi hamda materiallarning BET sirt maydoni, g'ovaklik hajmi va g'ovak diametri taqsimotini aniq aniqlash imkonini beradi. Qurilma, asosan, azot (N_2) adsorbsiyasi asosida tahlil o'tkazadi va natijalarni BET, BJH va DFT usullari yordamida qayta ishlaydi. Natijada mikrog'ovak ($<2 \text{ nm}$),

mezog'ovak ($2-50 \text{ nm}$) va makrog'ovak ($>50 \text{ nm}$) tuzilmalarni o'zaro farqlash mumkin bo'ladi.

Ilmiy adabiyotlarda qayd etilishicha, Autosorb IQ qurilmasi yordamida olingan natijalar turli sorbentlarning samaradorligini baholashda keng qo'llaniladi. Masalan, uglerodli materiallar, zeolitlar, metal-organik karkaslar (MOF) va boshqa g'ovak moddalarning gaz adsorbsion xossalari shu qurilma orqali o'rganilgan. Autosorb IQ qurilmasi yordamida turli sorbentlarning sirt maydoni va g'ovaklik darajalari aniqlanib, ularning adsorbsion imkoniyatlari solishtirilgan [1–3]. Tadqiqotlarda qayta ishlangan asetilen qurumi dastlabki namunalarga nisbatan ancha yuqori BET sirt maydoni va g'ovaklik ko'rsatkichlariga ega ekanligi aniqlangan.

Autosorb IQ qurilmasi faqatgina sirt maydoni o'lchash bilan cheklanib qolmay, balki adsorbsion-desorbsion izotermalarni qurish orqali materiallarning gaz bilan o'zaro ta'sir mexanizmlarini ham aniqlash imkonini beradi. Bu esa nafaqat sorbentlarni baholash, balki ularning qo'llanilish sohasi (gaz saqlash, katalizator tayyorlash, ekologik filtrlash, dori tashuvchi materiallar va h.k.)ni belgilashda muhim ahamiyatga ega.

Umuman olganda, ilmiy manbalar shuni ko'rsatadiki, Autosorb IQ qurilmasi materiallarning sirt va g'ovaklik xossalarini chuqur va ishonchli tarzda o'rganish imkonini beruvchi eng samarali texnologiyalardan biri bo'lib, u adsorbentlarning sanoat va ilmiy tadqiqotlardagi ahamiyatini baholashda keng qo'llanilmoqda.

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu tadqiqotda dastlabki va qayta ishlangan asetilen qurumi namunalarning fizik-kimyoviy xususiyatlari o'rganildi. Bunda namunalarning sirt maydoni, g'ovak hajmi va gazni adsorbsiyalash ko'rsatkichlari aniqlashga alohida e'tibor qaratildi.

Tadqiqot ishlari Quantachrome® ASiQwin™ avtomatlashtirilgan gaz sorbsiya analizatori yordamida olib borildi. Ushbu qurilma g'ovak materiallarning adsorbsion va desorbsion izotermalarni yuqori aniqlikda qayd etish imkoniyatiga ega bo'lib, xalqaro amaliyotda keng qo'llaniladi[11-12].

Olingan eksperimental natijalar sorbtсион tahlilning klassik usullari yordamida qayta ishlanib, Brunauer–Emmett–Teller (BET) usuli orqali umumiy sirt maydoni hisoblandi. Shuningdek, g‘ovaklarning hajmi va taqsimlanishi Barrett–Joyner–Halenda (BJH) usuli orqali aniqlanib, namunalarning mikroq‘ovak va mezog‘ovak xususiyatlari baholandi.

Mazkur metodologiya yordamida asetilen qurumining qayta ishlanishi natijasida uning sirt maydoni va g‘ovak tuzilishidagi o‘zgarishlar aniqlandi hamda materialning adsorbsion xossalari bo‘yicha qiyosiy tahlil olib borildi [13–15].

Olib borilgan tajribalar dastlabki va qayta ishlangan asetilen qurumlari orasida sezilarli farqlarni ko‘rsatdi. Ayniqsa, qayta ishlangan namunalarda fizik-kimyoviy xususiyatlarning yaxshilanishi kuzatildi. BET usuli bo‘yicha aniqlangan sirt maydoni dastlabki qiymat (105,8148 m²/g) dan sezilarli darajada oshib, 193,6669 m²/g

gacha yetdi. Shuningdek, Langmyur yuzasi ham yuqoriga ko‘tarilgan bo‘lib, bu qayta ishlangan qurum zarrachalari sirtida ko‘proq faol markazlar hosil bo‘lishini tasdiqlaydi.

Bunday o‘zgarishlar qurumning g‘ovak tuzilmasida yangi mikroq‘ovak va mezog‘ovaklarning paydo bo‘lishi, ularning hajmi va diametrining kengayishi bilan izohlanadi. Natijada, qayta ishlangan asetilen qurumining gaz adsorbsiyasi va katalitik faoliyati yanada samarali bo‘lishi mumkinligi ilmiy jihatdan asoslandi.

Autosorb IQ qurilmasi va uning Quantachrome® ASiQwin™ dasturiy ta‘minoti yordamida olingan bu natijalar, BET hamda BJH metodlari orqali chuqur tahlil qilindi. Aniqlangan ko‘rsatkichlar qurumning sorbtсион xossalari yaxshilash orqali uni gaz saqlash, ajratish va turli kimyoviy katalitik jarayonlarda samarali qo‘llash mumkinligini ko‘rsatdi [16].

1-Jadval

Asetilen qurumining sirt maydoni ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Dastlabki qurum	Qayta ishlangan qurum
Bir nuqtali sirt maydoni (p/p ^o =0.30)	168,1889 m ² /g	287,4614 m ² /g
BET sirt maydoni	105,8148 m ² /g	193,6669 m ² /g
Langmuir sirt maydoni	480,1144 m ² /g	888,2272 m ² /g
t-Plot tashqi sirt maydoni	190,6565 m ² /g	340,1308 m ² /g
BJH adsorbsiyadagi umumiy sirt maydoni (17–3000 Å)	179,5499 m ² /g	331,3329 m ² /g
BJH desorbsiyadagi umumiy sirt maydoni (17–3000 Å)	236,6361 m ² /g	427,0612 m ² /g

Taqqoslash natijalariga ko‘ra, qayta ishlangan asetilen qurumining BET sirt maydoni 105,81 m²/g dan 193,67 m²/g gacha oshgan. Xuddi shuningdek, Langmuir sirt maydoni 480,11 m²/g dan 888,22

m²/g gacha ko‘tarilgan. Bu esa qayta ishlangan namunada faol adsorbsion markazlarning sezilarli darajada ko‘payganini va uning sorbtсион qobiliyati yaxshilanganini ko‘rsatadi.

2-Jadval

Asetilen qurumining sirt maydoni ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Dastlabki qurum	Qayta ishlangan qurum
Adsorbsiyada umumiy g‘ovak hajmi (<14,838 Å, p/p ^o =0.0513)	0,050635 sm ³ /g	0,083722 sm ³ /g
Desorbsiyada umumiy g‘ovak hajmi (<206,503 Å, p/p ^o =0.90)	0,394114 sm ³ /g	0,752300 sm ³ /g
t-Plot mikroq‘ovak hajmi	-0,009790 sm ³ /g	-0,023889 sm ³ /g
BJH adsorbsiyadagi g‘ovak hajmi (17–3000 Å)	0,269461 sm ³ /g	0,500468 sm ³ /g
BJH desorbsiyadagi g‘ovak hajmi (17–3000 Å)	0,384043 sm ³ /g	0,443180 sm ³ /g

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, qayta ishlash jarayonidan keyin desorbsiyada aniqlangan umumiy g‘ovak hajmi 0,3941 cm³/g dan 0,7523 cm³/g gacha ortgan. Shuningdek, BJH usulida aniqlangan umumiy g‘ovak hajmi ham 0,2695

cm³/g dan 0,5005 cm³/g gacha oshgan. Bu o‘zgarishlar qurumning g‘ovak tuzilmasi kengayganini va gazlarni saqlash hamda katalitik jarayonlarda samaradorligi yuqorilaganini isbotlaydi.

3-Jadval

Asetilen qurumining sirt maydoni ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Dastlabki qurum	Qayta ishlangan qurum
BET bo‘yicha adsorbsiyada o‘rtacha g‘ovak diametri	19,141 Å	17,292 Å
BET bo‘yicha desorbsiyada o‘rtacha g‘ovak diametri	148,983 Å	155,380 Å
BJH bo‘yicha adsorbsiyada o‘rtacha g‘ovak kengligi	60,030 Å	60,419 Å
BJH bo‘yicha desorbsiyada o‘rtacha g‘ovak kengligi	64,917 Å	41,510 Å
BET bo‘yicha adsorbsiyada o‘rtacha g‘ovak diametri	19,141 Å	17,292 Å

Adsorbsiyada o‘rtacha g‘ovak diametri 19,14 Å dan 17,29 Å gacha kamaygan, desorbsiyada esa aksincha 148,98 Å dan 155,38 Å gacha ortgan. BJH usuli bo‘yicha esa adsorbsiyadagi g‘ovak kengligi

60,03 Å dan 60,42 Å gacha ozgina kengaygan, desorbsiyada esa 64,92 Å dan 41,51 Å gacha keskin kamaygan. Bu natijalar qayta ishlangan qurumning yanada qulayroq g‘ovak tuzilmasiga ega bo‘lganini

va adsorbtsion jarayonlarga moslashganini ko'rsatadi.

Xulosa. Olib borilgan tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, asetilen pirolizi jarayonida hosil bo'ladigan qurumni qayta ishlash uning fizik-kimyoviy xossalari sezilarli darajada yaxshilaydi. Qayta ishlangan qurumning sirt maydoni va g'ovaklik ko'rsatkichlarining oshishi uning adsorbtsion sig'imini ancha yuqori darajaga olib chiqdi. Bu esa materialning turli gazlar va molekulalarni samarali yutish va ushlab turish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Qayta ishlash jarayonida g'ovak tuzilmaning qayta shakllanishi adsorbtsion jarayonlarning kinetikasini yaxshilab, uni gazlarni ajratish texnologiyalarida qo'llash imkoniyatlarini kuchaytiradi. Shu bilan birga, qayta ishlangan qurum yuqori sirt maydoni va o'ziga xos g'ovaklik xususiyatlari bilan turli katalitik reaksiyalarda faol tashuvchi sifatida foydalanishga yaroqli ekanligini

isbotladi. Natijada, bunday materiallardan foydalanish kimyo va neft-kimyo sanoatida yangi, samarali va tejamkor texnologiyalarni joriy etishga xizmat qiladi.

Shuningdek, qurumning yaxshilangan fizik-kimyoviy xossalari uni ekologik toza texnologiyalarni rivojlantirish, chiqindi gazlarni qayta ishlash, zararli moddalar chiqindisini kamaytirish hamda energiya samaradorligini oshirishda istiqbolli material sifatida namoyon etadi.

Umuman olganda, asetilen qurumini qayta ishlash orqali olingan material yuqori sirt maydoni, kengaygan g'ovaklik ko'rsatkichlari va kuchaytirilgan adsorbtsion qobiliyati bilan ajralib turadi. Shu sababli, u kelajakda ekologik xavfsiz texnologiyalarni ishlab chiqishda, energiya samaradorligini oshirishda hamda yangi funksional materiallar yaratishda muhim xomashyo sifatida alohida ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Khudoynazarov, F.S. S.E.Nurmanov., Y.Y.Yakubov. (2022). Asetilen qurumining fizik-kimyoviy xossalari va ularning takomillashtirilgan o'lchash usullari. *Universum: Texnika va tabiiy fanlar jurnali*, №12, 45–49.
2. Khudoynazarov, F.S. (2023). Carbon black sorbtsion xossalari baholashda BET va BJH usullarining qo'llanilishi. *Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari*, Toshkent, 123–127.
3. Brunauer, S., Emmett, P.H., & Teller, E. (1938). Adsorption of gases in multimolecular layers. *Journal of the American Chemical Society*, 60(2), 309–319.
4. Barrett, E.P., Joyner, L.G., & Halenda, P.P. (1951). The determination of pore volume and area distributions in porous substances. I. Computations from nitrogen isotherms. *Journal of the American Chemical Society*, 73(1), 373–380.
5. Quantachrome Instruments. (2019). ASiQwin™ v2 Software for Gas Sorption Analysis: User Guide. Quantachrome Instruments, Florida, USA.
6. Quantachrome Instruments. (2020). Autosorb iQ – Automatic Gas Sorption Analyzer. Technical Brochure. Quantachrome Instruments, Florida, USA.
7. Thommes, M., Kaneko, K., Neimark, A.V., Olivier, J.P., Rodriguez-Reinoso, F., Rouquerol, J., & Sing, K.S.W. (2015). Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, 87(9–10), 1051–1069.
8. Rodríguez-Reinoso, F., & Molina-Sabio, M. (1998). Textural properties of activated carbons in relation to their chemical composition. *Carbon*, 36(3), 159–175.
9. Sing, K.S.W. (1982). Reporting physisorption data for gas/solid systems with special reference to the determination of surface area and porosity. *Pure and Applied Chemistry*, 54(11), 2201–2218.
10. Ивановский В. И. Технический углерод. Процессы и аппараты. // Учебное пособие. Издание второе. Переработанное и дополненное. – Омск: «Типография БЛАНКОМ», 2019. - 256 с.
11. О.А.Княжева, О.Н. Бакланова, А.В. Лавренова, К.С. Жансаковаб, Г.С. Русскихб, В.А. Лихолобова. Влияние механической активации на физико-химические свойства технического углерода и наполненных им резиновых смесей. // *Journal of Siberian Federal University. Chemistry* 4. 2018. 11. – С. 553-554.
12. Э.З.Мухамадиев. Расширение сырьевых ресурсов и совершенствование технологии производства малоработивного технического углерода. Автореферат на соиск. уч.ст. канд. техн. наук, Уфа, 2007. - 23 с.
13. Шопин В.М. Создание и применение процессов и аппаратов улавливания целевых продуктов в производстве технического углерода. Автореферт дисс. на сиск. уч. степ. доктора технических наук. Томск, 2014, с.29.
14. Ф.С. Худойназаров, С.Э. Нурмонов. Ацетилен курумнинг физик-кимёвий тахлили. // Ўзбекистон Миллий университети хабарлари. –Тошкент, 2021. 3/1/1. -Б.336 -343.
15. F. S. Khudoynazarov, S. E. Nurmonov Physical analysis of black carbon. Образование, наука и производство в XXI веке: современные тенденции развития материалы юбилейной международной конференции (могилев, 11–12 ноября 2021 года) могилев «белорусско-российский университет» 2021. Б.164
16. Abdullaev Ahrorjon Khabibjonovich1, Yakubov Yuldosh Yusupboevich, Adizov Bobirjon Zamirovich, Ruzmetov Abror Khamidjanovich, Normamatov Adkhamjon Sadullayevich, Mamatkodiroy D. Behzodjon. Kodambaev Pirnazar, Kodamboevich Ikram Abdullaev, Chellakarungu Balakrishnan, Ibragimov Bakhtiyar Tulaganovich, Ashurov Jasmshid Mengnorovich, Junkuo Gao, Ibragimov Aziz Bakhtiyarovich. Two dimensional coordination polymer of pb(II) complex with m-sulfanilic acid: synthesis, characterization, electrical conductivity, adsorption properties and Hirshfeld surface analysis. *Adsorption* (2025) 31:32. <https://doi.org/10.1007/s10450-024-00587-z>

Негматов С.С., Исмаилов Р.И., Раупова Д.Н., Рахимов Х.Ю., Мусабеков Д.Х. Исследование процесса обессоливание нефтеемульсии в зависимости от вида и содержания деэмульгаторов	53
Неъматова С.Т., Каттаев Н.Т., Колядин В.Г., Акбаров Х.И. Получение оксида ванадия (V) на основе промышленных отходов	56
Якубов М.М., Суннатов Ж.Б., Максудходжаева М.С., Валиев Х.Р. Вовлечение в пирометаллургическую переработку золотосодержащих упорных руд и отходов обогатительных фабрик АО «Алмалыкский ГМК»	60
Эминов Аф.А., Эминов А.М., Кадырова З.Р. Обжиг тонкокерамических изделий: режимы и сущность процессов образования структуры	62
Турсунов А.С., Турдалиев У.М., Оразимбетова Г.Ж. Обогащения глауконитовых руд по методу простого отмучивания	68
Каршиев М., Файзиев М.М. Определение адгезионных свойств лабораторных образцов полученным газопламенным напылением с последующим оплавлением	70
Ochilov M., Mamatkulov N.N., Abdushukurov A.K. Fenil-4-metoksifenoksipropionat sintez usuli va uning texnologik sxemasini ishlab chiqish	73

4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов

Абед Н.С., Негматов С.С., Нормуродов А.А., Туляганова В.С., Джабборов Б.Т., Бозорбоев Ш.А. Исследование электрофизических свойств разрабатываемых композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе	76
Фузаилова К.Р. Исследование свойств композиционных материалов, использующихся в раскладках головного убора	79
Во'rixonov B.X., Rajabova G.R., Berdimurodov E.T., Panjiyev A.X. Uchlamchi aminlar asosida sintez qilingan to'rtlamchi ammoniy tuzlarini kvant-kimyoviy hisoblashlarni amalga oshirish	81
Махкамов В.Г'. Mahalliy xomashyodan sintez qilingan pan/vermikulit kompozitining Cu(II), Ni(II) ionlari bilan sorbsiyasi	86
Тошпулатова Г.Р., Хушвактова У.А., Абдурахимов К.Г., Дехканбаева С.А., Камолов Т.О. Исследование механизма окисления молибдена азотной кислотой	89
Xudoynazarov F.S. Piroliz qurumining termodinamik xossalari	93
Lutfullayev S.Sh., Sayfullayev T.X., Xayitov J.K. Qayta ishlangan polietilen asosidagi kompozitlarning mexanik xossalariга somon tolalaring miqdori va o'lchami ta'siri	96
Негматов С.С., Мусабеков Д.Х., Исмаилов Р.И., Раупова Д.Н., Рахимов Х.Ю. Проведение опытно-производственные испытания разработанных композиционных химических деэмульгаторов для обезвоживания и обессоливания нефти в условиях ООО «Ферганский НПЗ»	99
Абдувалиева К.Х. Экологические аспекты интенсификации процесса извлечения платиноидов из техногенного сырья	102
Сайназаров А.М., Маткаримов С.Т., Мухаметджанова Ш.А., Носирходжаев С.К. Микроструктурное и фазовое исследование шлака донной корки кислородно-взвешенной плавки меди на стадии шлакоотвода	103

5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов

Qarshiyev H.K., Xasanov A.S., Murashkeyevich S.M., Mirzanova Z.A. Eritmadan kobaltni oksidlab-cho'ktirishning zamonaviy holati va oksidlab cho'ktirishga ta'sir etuvchi omillarni tadqiq qilish.....	107
Во'rixonov B.X., Ahmadova R.S., Tojimuhamedov H.S., Panjiyev A.X. Etilenxlorgidrin asosida to'rtlamchi ammoniy tuzlari sintezi va ularni xitozan bilan modifikatsiyasi	113
Сидрасулиева Г.Б., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И. Синтез, идентификация и морфология поверхности нанокompозита O-g-C ₃ N ₄ /ZnO	116
Мнажов А.Н., Абылова А.Ж. Қорақалпоғистон республикаси устурт текислиги гипс минералларининг кимёвий, физик-кимёвий таҳлил натижалари	120