

September 2024

THE EFFECTIVENESS OF BLEACHING VEGETABLE OILS OF BENTONITE AND OPOKOID CLAY COMPOSITIONS

Nodirbek I. BOYJANOV

Urganch State University, Urgench, Uzbekistan, boyjanov.nodirbek@mail.ru

Kamar P. SERKAYEV

Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan, serkayev@mail.ru

Follow this and additional works at: <https://cce.researchcommons.org/journal>

 Part of the [Food Processing Commons](#)

Recommended Citation

BOYJANOV, Nodirbek I. and SERKAYEV, Kamar P. (2024) "THE EFFECTIVENESS OF BLEACHING VEGETABLE OILS OF BENTONITE AND OPOKOID CLAY COMPOSITIONS," *CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING*: Vol. 2024: No. 3, Article 7.

DOI: <https://doi.org/10.34920/cce202437>

Available at: <https://cce.researchcommons.org/journal/vol2024/iss3/7>

This Article is brought to you for free and open access by Chemistry and Chemical Engineering. It has been accepted for inclusion in CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING by an authorized editor of Chemistry and Chemical Engineering. For more information, please contact zuchra_kadirova@yahoo.com.

THE EFFECTIVENESS OF BLEACHING VEGETABLE OILS OF BENTONITE AND OPOKOID CLAY COMPOSITIONS

Nodirbek I. BOYJANOV¹ (boyjanov.nodirbek@mail.ru)

Kamar P. SERKAYEV² (serkayev@mail.ru)

¹Urganch State University, Urgench, Uzbekistan

²Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan

The nature and structure of the coloring substances of vegetable oils differ from each other, due to the manifestation of a certain degree of polarization, which allows the use of polar adsorbents with high selectivity and activity during bleaching. The purpose of the research presented in the article is to increase the adsorption properties of clays by creating a certain pore size in accordance with the physical dimensions of the extracted substances. In the course of the research, composite compositions were obtained, the most effective of which is the ratio of alkaline earth bentonite and opokoid clay 70:30. It was found that the content of opokoid clay in the composition leads to a decrease in blue units when composite clay is added in an amount of 1.5% by weight of cottonseed oil, namely, with an initial chromaticity of 16 red and 2 blue units, a decrease to 8 red units is achieved.

Keywords: Navbahor deposit, bentonite, opokoid clay, composite composition, vegetable oils, coloring agents, bleaching

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТБЕЛИВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ КОМПОЗИЦЕЙ БЕНТОНИТОВЫХ И ОПОКОВИДНЫХ ГЛИН

Нодирбек И. БОЙЖАНОВ¹ (boyjanov.nodirbek@mail.ru)

Камар П. СЕРКАЕВ² (serkayev@mail.ru)

¹Ургенчский государственный университет, Ургенч, Узбекистан

²Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан

Природа и структура красящих веществ растительных масел отличаются друг от друга, вследствие проявления в определенной степени поляризации, что позволяет применять при отбеливании полярные адсорбенты, обладающие высокой селективностью и активностью. Цель исследований, представленных в статье, состоит в увеличении адсорбционных свойств глин за счет создания определенного размера пор в соответствии с физическими размерами извлекаемых веществ. В ходе исследований были получены композитные составы, наиболее эффективным из которых является соотношение щелочноземельного бентонита и опоквидной глины 70:30. Выявлено, что содержание опоквидной глины в композиции приводит к снижению синих единиц при добавлении композитной глины в количестве 1,5% от массы хлопкового масла, а именно при исходной цветности 16 красных и 2 синих единиц достигается снижение до 8 красных единиц.

Ключевые слова: бентонит, опоквидная глина, растительные масла, красящие вещества, отбелка

BENTONIT VA OPOKASIMON GILLAR KOMPOZITSIYASIDA O'SIMLIK MOYLARINI OQLASHNING SAMARADORLIGI

Nodirbek I. BOYJANOV¹ (boyjanov.nodirbek@mail.ru)

Kamar P. SERKAYEV² (serkayev@mail.ru)

¹Urganch davlat universiteti, Urganch, O'zbekiston

²Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Toshkent, O'zbekiston

Osimlik moylari tarkibidagi rang beruvchi moddalarning tabiati va tuzilishi bir-biridan farqlanishi, ma'lum darajada qutblanishga egaligi tufayli adsorbtsion rafinatsiyalashda yuqori selektivlik va jaollikka ega qutbli adsorbentlardan foydalanish imkonini beradi. Maqolada keltirilgan tadqiqotlarning maqsadi adsorbentning g'ovaklari o'lchamini moy tarkibidagi hamroh moddalarning fizik o'lchamlariga mos ravishda hosil qilish bilan adsorbtsiya xususiyatini oshirishdan iborat. Tadqiqotlarda tabiiy minerallardan tashkil topgan bentonit va opokasimon gillarni o'z ichiga olgan, tanlab ta'sir ko'rsatuvchi kompozitsiyalar olingan bo'lib, kompozit tarkibida ishqoriy-yer bentoniti va opokasimon gilning nisbati 70:30 bo'lganda samarali natijalarga erishilgan. Opokasimon gilning qo'shilishi o'simlik moyi tarkibidagi ko'k tus beruvchi birikmalarni yaxshi bog'lashi aniqlangan va boshlang'ich rangi 16 qizil birlik va 2 ko'k birlik bo'lgan moyga kompozit gildan 1,5% qo'shilganda mo'ning rangini 8 qizil birlikgacha tushirilgan.

Kalit so'zlar: Navbahor koni, bentonit, opokasimon gil, kompozitli tarkib, o'simlik moyi, rang beruvchi moddalar, oqlash

DOI: 10.34920/cce202437

Kirish

Rafinatsiyalanmagan o'simlik moylari tarkibi triglitsiridlardan tashqari, ularni moyli xom ashyodan ajratib oilsh jarayonida moyda erigan moddalarni ham o'z ichiga oladi. Rafinatsiyalash jarayoni, moyni keyinchalik foydalanish yo'nalishiga qarab, qator murakkab fizik, kimyoviy va fizik-kimyoviy ta'sirga ega ishlovlarni o'z ichiga oladi. Ishlov berishda moy tarkibidagi hamroh moddalarning tabiatiga alohida e'tibor beriladi. Masalan kislotali xususiyatga ega moddalarni ishqorlar bilan neytrallanadi, ishqoriy xususiyatli moddalarni

esa kislotali muhit bilan neytrallanadi, turli birlimlar holida moyda erimaydigan tarkib hosil qilinib moydan chiqarib yuboriladi. Jarayonda amfoter xususiyatga ega bo'lgan yoki neytral moddalarning mavjudligi, masalan, xlorofillar, rafinatsiyalash jarayonini murakkablashtiradi. Tadqiqotlar ko'rsatishicha bunday moddlarni moydan chiqarib yuborishda ularning qutbliligini o'zgartirish alohida ahamiyatga ega.

Adsorbtsion rafinatsiyalash bosqichida o'simlik moylari tarkibidan ajratilishi lozim bo'lgan asosiy moddalar pigmentlardir. Moylar

tarkibidagi rang beruvchi moddalarning tabiati va tuzilishi har xil, ammo ularning barchasi ma'lum darajada qutblanishga ega, shu sababdan moylarni adsorbsion rafinatsiyalashda, odatda yuqori selektivlik va faollikka ega bo'lgan qutbli adsorbentlardan foydalaniladi. Lekin ularning ion ta'sirlashuvida adsorbent g'ovakliklarining o'lchamlari har doim ham inobatga olinmaydi. Tadqiqotlarimizda adsorbentning g'ovaklari o'lchamini moy tarkibidagi hamroh moddalarning fizik o'lchamlariga bog'liq ravishda hosil qilish bilan adsorbsiya xususiyatini oshirish ustida tadqiqotlar olib borildi.

Tabiiy dispers minerallarning respublikamizdagi zahiralari katta va ular orasida noyob sorbsion xususiyatlarga ega kristall strukturali tuzilmalar alohida ahamiyatga ega [1].

Tabiiy mineral sorbentlar deganda yuqori adsorbsion yoki ion almashinish xususiyatiga ega bo'lgan jinslar va minerallar tushuniladi [2-4]. Ularga tabiiy seolit (seolitlar), kremniyli (opoka), gil (bentonitli gil, paligorskit) va boshqalar kiradi [5]. Adabiyotlarga ko'ra seolit jinslari va opokasimon gillardan sorbentlar sifatida foydalanish bentonit, paligorskit gillari va vermikulitlarga qaraganda kamroq.

Sorbentlar ichimlik suvini tozalash stantsiyalarida, oziq-ovqat sanoatida, sanoat korxonalarida chiqindi suvlarini tozalashda, neft va gaz kimyosi va boshqa sanoat tarmoqlarida, hamda qishloq xo'jaligidagi ko'plab muammolarni hal etishda foydalaniladi [6-9].

Tabiiy sorbentlar g'ovakliklarining o'lchamlari adsorbsiyalangan molekulalarning o'lchamlari bilan taqqoslanadi, shuning uchun mikrog'ovakli adsorbent-adsorbat tizimini bir fazali deb hisoblash mumkin. Mikrog'ovaklardagi adsorbsiyada g'ovaklarni hajmiy to'ldirish mexanizmi sodir bo'ladi.

Sorbentlarning mezog'ovaklari rivojlangan nisbiy yuzaga ega bo'lib, ularda avval monomolekulyar, keyin esa polimolekulyar adsorbsiya ketma-ket sodir bo'lib, g'ovakliklarni kapillyar kondensatsiya mexanizmi orqali to'ldirish bilan boradi.

Sorbentlardagi makrog'ovaklarning adsorbsion qiymati odatda e'tiborga olinmaydi. Chunki makrog'ovaklar adsorbentning mikro va mezog'ovaklariga adsorbat yetkazib berish uchun yo'lak vazifasini bajaradi deb qaraladi.

Adsorbsiya tabiati hamda g'ovakliklar turi bo'yicha seolit, bentonitli va poligarskitli gillarda asosan ion almashinuvi, kamroq darajada esa mole-

kulyar adsorbsiya kuzatilib, ko'proq mikro va mezo g'ovakli strukturaga ega. Diatomit va opokasimon gillarda molekulyar adsorbsiya kuzatilib, asosan mezo va makro g'ovakli strukturaga ega.

Bentonitli gillarning kimyoviy tarkibi asosan kremniy oksidi, kam miqdordagi alyuminiy, kalsiy, magniy, kaliy, natriy, temir oksidlari va suvdan tashkil topgan alumosilikat hisoblanadi [10, 11-13].

Pigmentlardan tozalashning adsorbsion usullari qattiq yuzalardagi adsorbsiya jarayonlariga asoslangan. Bunday adsorbsiya mexanizmi, birinchi navbatda, qattiq jism yuzasining geterogenligi bilan bog'liq, chunki adsorbent yuzasining turli qismlarida joylashgan atomlar, valentlik kuchlarining teng bo'lmagan to'yinganlik darajasiga ega [14].

Eritmalardan adsorbsiya jarayonida nafaqat molekulyar yutilish, balki ionlarning adsorbsiyasi ham sodir bo'ladi. Bu ion almashinuvida adsorbentning ichki qatlamlaridagi ionlarni ishtirok etishi bilan tavsiflanadi [14-15].

Montmorillonit guruhiga mansub gillar yuqori kation almashish qobiliyatiga ega bo'lib, o'rtacha 60 dan 150 mg.ekv/100 g ga teng.

Montmorillonitning almashinadigan kationlari qavatlararo fazoda joylashgan bo'lib, ular boshqa kationlarga oson almashinish xususiyatiga ega. Buning sababi shundaki, montmorillonit panjarasining zaryadi asosan oktaedral qatlamning zaryadi bilan bog'liq.

G'ovaklar geometriyasi va fazoviy joylashuv xususiyatlari sorbentlarni geometrik model-lashtirish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. G'ovaklar geometrik tuzilishining asosiy modellari o'z navbatida globulyar, yumaloq disklar orasidagi g'ovaklar, ko'pburchaklar orasidagi g'ovaklar, yoriqsimon g'ovaklar, dumaloq tayoqchalar orasidagi g'ovaklar, silindrsimon kapillyarli g'ovaklar ochiq, yopiq, boshi berk va yo'lak vazifasini o'tovchi g'ovaklar bo'lishi mumkin [16].

Amorf sorbentlar guruhida adsorbsion xossalari yuqori bo'lgan opokasimon gillar ustunlik qiladi.

Opokaning kristall panjarasi ikkita asosiy tuzilishdagi elementini birlashtiradi. Birinchi element alyuminiy, temir va magniy atomlari bilan bir-biriga yaqin joylashgan kislorod atomlari yoki gidroksil guruhlarning ikki qatlamini o'z ichiga oladi. Ikkinchi element kremniy-kislorodli tetraedrallardan iborat.

Opoka modifikatsiyalarining tuzilishi kremniy-kislorodli tetraedr $[\text{SiO}_4]^{4-}$ ga asoslangan bo'lib, bu yerda har bir kremniy ioni Si^{4+} to'rtta kislorod ioni O^{2-} bilan o'ralgan. Hosil bo'lgan olti burchakli tarmoqqa ulangan kremniy-kislorodli tetraedrlar shunday joylashadiki, ularning uchlari bir tomonga yo'naltiriladi [17], hosil bo'lgan tetraedr asoslari esa bir tekislikda joylashadi.

Ko'pchilik hollarda tabiiy sorbentlar, kimyoviy aktivlashtirilgandan keyin o'simlik moylarini kerakli darajagacha oqlaganligi qayd qilingan. Ammo, ba'zi hollarda bentonitli gillar tabiiy holatida ham yuqori adsorbsion xossalari ega bo'lganligi kuzatilgan.

Termik faollashtirilgan seolit va opokasimon gillar gaz va suyuq fazalardan turli moddalar molekularini adsorbsiyalash qobiliyatiga ega bo'ladi. Ulardagi asosiy mexanizm opokaning nisbiy yuza va faol markazlaridagi gidroksil guruhlar hisobiga yuzaga keladigan molekulyar adsorbsiyadir [17-21].

Opokalar - asosan kremniy dioksidining (kremnezyom) mayda (0,005 mm dan kichik) zaralaridan tashkil topgan yengil, mayda g'ovakli jinslar. Ulardagi faol kremniy oksid miqdori 40-80% ni tashkil qiladi. Faol kremniy oksid asosini kristobalit-tridimit tashkil qiladi [22].

Opokalar sifatining asosiy ko'rsatkichlari sorbsion xususiyatlari va mineral komponentlarining foiz nisbati bilan ifodalanadi. Qattiq kristall panjaraga ega bo'lgan bentonit va seolitlarning mikrogovak (faol g'ovak diametri 3-6 Å) laridan farqli o'laroq, opokalar mezo va makro (aktiv g'ovaklar diametri 20-110 Å) g'ovakliklarga ega [2].

M.G. Ivanov, O. B. Lixareva, A.I. Matern, X.M. Yaroshevskayalar tomonidan Sverdlovsk viloyati Krasnogvardiya konining tabiiy Opal-kristobolit-opokani sorbsion xususiyatlari o'rganilgan bo'lib, fizik-kimyoviy xossalari ko'ra mazkur jins istiqbolli sorbsion material ekanligi aniqlangan. Mualliflar tomonidan opokani termik, kimyoviy, shuningdek kremniy-organik birikmalar bilan modifikatsiyalangan. Opokni kremniy-organik modifikatorlar bilan qayta ishlash natijasida qimmatli sorbsion xususiyatlarga ega yangi materiallarni olish imkoniyati yaratilgan va tabiiy va modifikatsiyalangan opokalarning fizik-kimyoviy xossalari qiyosiy tahlil qilingan. Unga ko'ra namunaga 200 °C da termik ishlov berish orqali fizik bog'langan

suvini chiqarib yuborish hisobiga nisbiy yuzaning 130 m²/g (tabiiy opoka) dan 142 m²/g gacha oshishiga olib kelgan bo'lsa, haroratini 400 va 800 °C ga ko'tarish nisbiy yuzani mos ravishda 136 va 114 m²/g gacha pasayishiga olib kelgan [20-21].

Mualliflar opokasimon gillarini kislotaga hamda ishqor bilan faollashtirish natijasida, nisbiy yuza maydoni kamayishi, lekin shu bilan birga, g'ovaklik hajmi va g'ovakliklar ortishini kuzatishgan. Bu g'ovakliklar o'lchamlarining qayta taqsimlanishi, mikroporlarning kamayishi va mezoporlarning ko'payishi bilan izohlanadi [5].

N.V. Padalkin, P.N. Evshinlar tomonidan ham tabiiy va chiqindi suvlarni tozalash uchun opoka asosidagi modifikatsiyalangan sorbentlar ko'rib chiqilgan. Tabiiy va chiqindi suvlarni fosfor, temir, marganets, alyuminiy va boshqalardan tozalash uchun tabiiy opokasimon gillarni termik ishlov berishdan so'ng sorbent sifatida foydalanish mumkinligi aytib o'tilgan [22-24].

O'zbekiston va unga tutash hududlarda opoka va opokasimon jinslarning bir qancha konlari mavjudligi hamda joylashish xaritasi M.Z. Zokirov, E.A. Aripov, M. Mirsaidovlar tomonidan ishlab chiqilgan, kremniyli jinsga mansub opokasimon gillarga ega Karmana koni Navoiy tumani hududida joylashgan.

Yana bir opokasimon gil Ziaetdin-Zirabulak koni Ziaetdin-Zirabulak-Toshkent temir yo'li 20-km ning janubi-g'arbda joylashgan. Xom ashyo qatlami o'rtacha 8-15 m qalinlikga ega bo'lib, makro va mikroskopik xususiyatlari bo'yicha karmana konining analogi hisoblanadi [25].

Mazkur kon opokasimon gillar mineralogik tarkibiga ko'ra amorf kremniy oksidi (5-10%), kristobalit (opal), montmorillonit, dolomit, kalsit va seolit aralashmalardan iborat. Tabiiy opokasimon gillarining kimyoviy tarkibiga ko'ra ular bir xil, miqdor jihatidan farqlanuvchi oksidlardan tashkil topgan [25].

Ta'kidlanishicha, ishlatilgan transformator moyini Karmana opokasimon va Keles koni gillaridan foydalangan holda tozalanganda, u regeneratsiyalangan moyga qo'yiladigan talablarga javob beradi. Bu sorbentlar sorbsion qobiliyatiga ko'ra, o'sha paytda ishlab chiqarishda keng qo'llanilayotgan Zikeev opokasimon gili va Vengriya faollashtirilgan gilidan qolishmasligi aytiladi, hamda o'rganilayotgan opoka va opokasimon gillarning sorbsion xususiyati bevosita, radi-

usi 50-1000 Å bo'lgan g'ovakliklarning hajmiga bog'liqligi haqida so'z boradi [26].

O.K. Rahmonov, S.V. Mamadaliyevlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda Navbahor ishqoriy yer bentoniti, Karmana konining opokasimon gili va Tul-Sox paligorskiti kabi mahalliy gil minerallarning sorbsion xususiyatlariga mexanik-kimyoviy faollashtirish jarayoniga turli omillarning ta'siri haqida ma'lumot berilgan. Mexanik faollashtirish usulini qo'llash orqali adsorbentlarning sorbsion faolligini 1,3-1,5 marta oshirilgan. Faollashtirilgan bentonit va paligorskit gilini 1:1 nisbatda aralshtirib olingan kompozitdan parafinni tozalashning eng yuqori darajasiga (99,3%) erishiladi, bunday samaradorlik har bir adsorbentdan alohida foydalanilganda kuzatilmaganligi ta'kidlangan. Undan tashqari parafinlarni adsorbentlar tarkibi bilan kontaktli tozalashda ultratovushli tebranishlarning paydo qilish, to'liqin tarqalishi va ulardan foydalanish mexanizmlari keltirib o'tilgan [27-28].

O'simlik moylarini adsorbsion tozalash (oqlash) rafinatsiya jarayonining asosiy bosqichlaridan biri bo'lib, adsorbentlarga rang beruvchi moddalarni sorbsiyalanishi natijasida moy tiniqlashadi, rang soni kamayadi.

Moydagi rang beruvchi moddalar ma'lum bir qutblilikka ega, shuning uchun har xil turdagi moylarga mos bo'lgan, selektivlik va tanlab ta'sir qiluvchi adsorbentlar tanlanadi. Moylarni oqlash uchun adsorbent sifatida turli xil oqlovchi tuproqlar va faollashtirilgan ko'mir ishlatiladi [29-30].

Barcha o'simlik moylarida mavjud karotinoidlar ishqorga chidamli bo'lgani uchun, odatda ishqoriy rafinatsiyadan so'ng ham moylarda ko'p miqdorda karotinoidlar saqlanib qoladi. Kaustik soda bilan rafinatsiyalash jarayonida, karotinoidlarning ma'lum qismi yuqori konsentratsiyali ishqor ta'sirida hosil bo'lgan soapstok zarrachalarida qisman sorbsiyalanadi. Ammo ularning asosiy qismi qattiq strukturali adsorbentlar yordamida ajratib olinadi [31-33].

Ilmiy ishlarda o'simlik moylari tarkibida xlorofillar va karotinoidlarning mavjudligi, ularning fizik-kimyoviy tarkibiga ta'sir qilishi bo'yicha turlicha fikrlar mavjud. Ba'zi tadqiqotchilar natijalariga ko'ra o'simlik moylarida xlorofillarning bo'lishi, uni qayta ishlash, saqlash va keyinchalik foydalanish jarayoniga ta'sir ko'rsatmaydi. Biroq, xlorofillar

oksidlanish jarayonining boshlang'ich zanjirini hosil qiladi [34-35]. Adsorbsion tozalash jarayonida qo'shimcha ravishda, fosfolipidlar, yog' kislotalari, oksidlanish mahsulotlarini ham sorbsiyalanadi.

Xom ashyo zahirasi mavjudligi, yuqoridagi ilmiy qarashlar, Navbahor va Karmana konlari ishqoriy yer bentoniti hamda opokasimon gillari asosida yog'-moy sanoati uchun kompozitli gil olish mumkin degan hulosaga kelindi.

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda, tadqiqotlarimizning asosiy maqsadi g'ovakliklar tuzilishi bo'yicha an'anaviy sorbentlardan farq qiluvchi kompozitli gil olish, oqlash bosqichiga berilayotgan moy qo'shimchalarini yuqori darjada tozalash, sorbent sarfini kamaytirishdan iborat.

Tadqiqot usullari

Tadqiqot ob'yekti sifatida Navbahor koni kalsiyli bentoniti va Karmana koni opokasimon gillari olingan. Oldingi tadqiqot natijalariga asoslangan holda kompozit tayyorlash uchun bosqichli jarayondan iborat. Birinchi bosqichda Navbahor koni tabiiy kalsiyli bentonitini laboratoriya sharoitida kislotali usulda faollashtirildi. Buning uchun sulfat kislotaning 15% konsentratsiyali eritmasi tanlandi va maksimal natijaga erishildi. Bunda gil va kislotali eritmaning nisbati 1:2,5 bo'lgan gidromodul va kislotas sarfi 25-50% tanlandi [33].

Ikkinchi bosqichda Karmana tabiiy opokasimon gilini alyuminiy havonchada tuyib olinib, 1 mm o'lchamdagi elakdan o'tgan qismi keramik chinni havonchaga solinib, Nevo-QTZ 110/7 modeldagi mufel pechida harorat 200 °C ga yetgandan so'ng, 2 soat davomida termik ishlov berilib adsorbsion suv chiqarib yuborildi. Termik aktivlashtirilgan gil namunalari 56 mkm elakdan o'tish darajasi 90% ga yetguncha maydalandi va germetik holda saqlandi.

Uchinchi bosqichda ikki xil usul bilan faollashtirilgan bentonitli va opokasimon gil namnalaridan 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 va 50:50% nisbatlarida aralashtirilib, kompozitli gil namunalari tayyorlandi.

Adsorbent namunalarini sorbsion xususiyatlarini taqqoslash uchun nazorat namunasi sifatida, yog'-moy korxonalarida qo'llanilayotgan, Pokistonda ishlab chiqarilgan Super-FF markali gildan foydalanildi.

So'ngra, olingan namunalarni fizik-

kimyoviy, sorbsion xususiyatlarini aniqlash uchun tegishli tahlillar amalga oshirildi.

Olingan namunalarning nisbiy yuzasini va g'ovakliklar o'lchamini aniqlash uchun Micromeritics Gemini VII Surface Area and Porosity uskunasi BET (Brunauer-Emmett-Teller) usulidan foydalanildi. BET usulida moddalarning nisbiy yuzasini aniqlash bugungi kunda eng ko'p qo'llanadigan usul bo'lib, bunda adsorbentning doimiy haroratda, p/p_0 bosimga bog'liq ravishdagi adsorbsiya darajasini eksperimental aniqlash, ya'ni adsorbsiya izotermalarini hisoblash orqali amalga oshirildi. Bu usulda nisbiy yuzani hisoblash uchun monomolekular qatlam va adsorbsiyalangan gaz molekulasi ko'ndalang kesim yuzasi inobatga olindi.

Olingan kompozitli tarkib bilan paxta va kungaboqar moylrini rangini pasaytirish uchun adsorbsion rafinatsiya qilindi. Bunda kompozitli gildan moy massasiga nisbatan 0,5-3,0% oraligida qo'shib tajribalar o'tkazildi. Oqlash jarayoni davomiyligi 30 min, harorati 8-85°C ni tashkil etdi. Oqlangan moyni adsorbentdan atmosfera bosimida ajratish uchun filtr matodan foydalanildi.

Moyning namligini ISO 662:2016 bo'yicha tortish usulida aniqlandi [36].

Paxta moyining rangini Lovibond (Model E) tintometrida 13,5 sm qalinlikdagi kyuvetada doimiy 35 sariq birlik bo'yicha qizil birliklarda, kungaboqar moyining rangini esa mg J shkala bo'yicha o'lchandi [37].

Kislota soni ISO 660:2020 bo'yicha titrlash usulida aniqlandi [38].

Perekis soni ISO 3960-2020 bo'yicha yodometrik titrlash usulida aniqlandi [39].

Tadqiq etilayotgan namunalarning minerologik tarkibi GOST 21216-2014 bo'yicha tegishli tartibda aniqlandi.

Natijalar va muhokama

Navbahor koni bentonitini fizik-kimyoviy tahlil qilish va boshqa faollashtirilgan gillar bilan taqqoslash, o'simlik moylari tarkibini o'rganish, ularni ko'p komponentli murakkab tarkibga egaligini ko'rsatadi. Shularni hisobga olgan holda, gillarni faollashtirish bo'yicha mavjud qarashlarni o'zgartirish kerak degan xulosaga kelingan [33].

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, ko'plab tadqiqotlarda o'ziga xos natijalarga erishilgan bo'lishiga qaramasdan, o'simlik moylarini

oqlashda qo'llaniladigan, faollashtirilgan gillarni ishlab chiqarishda ularning tuzilishi umumiy o'zgarishlarga uchraydi. Gillardagi faol markazlar va strukturaviy tuzilishidan, qo'llanish sohasidan kelib chiqib, ishlov berish va zarur o'lchamdagi g'ovakliklar va sorbsion xususiyatga ega sorbent olinishi lozim, lekin gillarni faollashtirishda umumiy ta'sir etish doirasi bo'yicha qarashlar ilgari suriladi. Mavjud faollashtirilgan gillar ma'lum bir tarkibli moylarni oqartirishda yaxshi samara bersa, boshqa bir tarkibli moylarni oqlashda kutilgan natijani bermaydi.

Yuqoridagi holatni bartaraf etish uchun, avvalo o'simlik moylari tarkibidagi rang beruvchi moddalar tabiatini to'laqonli tahlil qilish va shu orqali gillarni faollashtirishda qo'llaniladigan ishlov berish usulini tanlab, kerakli sorbsion xossalarga ega faollashtirilgan gillar strukturasi hosil qilish maqsadga muvofiq. O'simlik moylari tarkibidagi chiqarib yuborilishi lozim bo'lgan moddalar xususiyati, ularda mavjud ionlar qutbliligi va zarrachalarining o'lchami hal etuvchi ahamiyatga ega. Chunki, ion bog'lanish orqali kechadigan va g'ovakliklarda ushlab qolishga asoslangan sorbsiya jarayonlari, adsorbent va adsorbat o'rtasidagi ta'sir kuchlari hamda ushlab qolinishi kerak bo'lgan zarrachalarning o'lchamlariga, zaryadlanganligiga bevosita bog'liq.

Kuzatishlarimizga asosan, bentonitli gillar sorbsion xususiyatlariga ko'ra o'simlik moyidagi erkin yog' kislotalarini, opokasimon gillar metall va sovun qoldiqlarini yaxshi sorbsiyalaydi. Bentonitli gillarning barchasi yuqori sorbsion xususiyatlarga ega bo'lishi uchun kislota yoki ishqor bilan faollashtiriladi, opokasimon gillarni esa faqat termik faollashtirilgan holda foydalanish ekologik hamda iqtisodiy jihatdan juda ahamiyatli hisoblanadi.

O'simlik moylari tarkibidagi zararli qo'shimchalar yuqori molekulyar o'lchamli (gossipol-21 Å, fosfolipidlar-30 Å, xlorofil-15 Å, karotin-170 Å) moddalar hisoblanadi. Ayni damda tadqiq qilinayotgan opokasimon gilda g'ovakliklar o'lchami 20 Å dan katta. Demak moyni 20 Å dan kichik o'lchamdagi xlorifill va qayta ishlash jarayonida hosil bo'lgan ikkilamchi mahsulotlardan tozalash uchun nisbatan kichik o'lchamli (mikrog'ovakli) bentonitli gil namunalari zarur bo'ladi.

Adabiyotlar tahlilida ta'kidlangandek, opokasimon gillarni sorbsion xususiyatlari,

1-jadval

**Tabiiy bentonit va opokasimon gillarning
minerologik tarkibi**

Minerallar nomi	Gil nomi va tarkibdagi mineral miqdori, %	
	Bentonit	Opokasimon gil
Montmorillonit	80	4
Smektit	8	-
Selodonit	4	
Kvars	3	5
Dala shpati	2,5	1
Gips	0,5	-
Kaolinit	2	-
Opal-kristobalit-tridimit faza	-	83,5
Gidroslyuda	-	4
Seolit		3
Kalsit		0,5

g'ovakliklarning tuzilishi yaxshi bo'lishiga qaramasdan ularni sorbent sifatida individual holda qo'llashda, adsorbat tarkibi, o'lchami, ion xususiyatlarini inobatga olish lozim. Aks holda kutilgan natija bermasligi mumkin. O'simlik moylarining ko'p komponentli murakkab tarkibga egaligi, tarkibidagi chiqarib yuborilishi lozim bo'lgan moddalar xususiyati ularda mavjud ionlar qutbliligi va zarrachalarining o'lchamlarini hisobga olgan holda kislotali faollashtirilgan bentonitli gil hamda opokasimon gillar asosida tayyorlangan, tanlab ta'sir qiluvchi kompozit shaklida qo'llash lozim. Bunda kompozit tarkibidagi har qaysi gil tanlab ta'sir ko'rsatadi ya'ni bentonitli gillar-kichik molekullari pigmentlar, yog' kislotalarini, opokasimon gillar esa yirik molekullari gossipol, metall ionlari va sovun qoldiqlarini sorbsiyalaydi.

Tabiiy mineral sorbentlarning yuzasini fizik va kimyoviy modifikatsiyalashning ma'lum samarali usullari ularning adsorbsion va ion almashish qobiliyatini tartibga solish maqsadida amalga oshiriladi. Shularni hisobga olgan holda biz ushbu ishda noorganik tabiiy minerallardan tashkil topgan, bentonit va opokasimon gillarni o'z ichiga olgan, hamda tanlab ta'sir ko'rsatadigan, sorbsion xususiyatlari yog'-moy sanoatida qo'llanilayotgan ananaviy adsorbentlardan farqlanuvchi kompozitsiyani taklif qildik.

Shunday qilib, faollashtiruvchi vositaning turini o'zgartirib, turli molekullarning selektiv sorbsiyasi uchun, ion almashinuvchi va mikro, mezo hamda makrog'ovaklarning keng diapazonida o'zgarib turadigan g'ovakli struktura hosil qilish mumkin. Bu molekullarning o'lchamlari keng doirada o'zgarib turadigan moddalarning adsorbsiya xususiyatini bashorat qilishga imkon beradi.

Tadqiqotlarimizda foydalanilgan faollashtirilgan Navbahor ishqoriy yer bentoniti va

opokasimon gillarning minerologik tarkibi 1-jadvalda, tarkibiy tuzilishi esa 2-jadvalda keltirilgan.

1-jadvaldan ko'rinib turganidek, Navbahor koni ishqoriy yer bentonitlari tarkibida 80% gacha montmorillonit aniqlangan bo'lsa, opokasimon gil tarkibida 83,5% gacha opal-kristobalit-tridimit faza uchraydi. Bu ularning minerologik tarkibi keskin farqlanishini asoslaydi.

2-jadvaldan ko'rinib turganidek, ikkala gillarning BET tahlili natijalariga ko'ra termik faollashtirilgan opokasimon gillarning nisbiy yuzasi bentonitnikigz nisbatan kengroq shakllangan bo'lib 192,4 m²/g gacha etadi. Yana bir farqli tomoni shundaki, opokasimon gil tarkibida mikrog'ovakliklar aniqlanmadi. Bentonit gillaridan farqli ravishda opokasimon gillar nisbiy yuzasini mezo va makrog'ovakliklar tashkil etadi. Bunday farqlanish yordamida biz hosil qilmoqchi bo'lgan kompozitsiyaning tarkibini o'zgartirish orqali xususiyatlarini boshqarish mumkin.

2-jadval

Faollashtirilgan bentonit va opokasimon gillarning sorbsion xususiyatlari

Gil turi	Nisbiy yuza (BET), m ² /g	Mikrog'ovaklar nisbiy yuzasi, m ² /g	Mezo va makrog'ovaklar nisbiy yuzasi, m ² /g	G'ovakliklar hajmi, sm ³ /g	Adsorbsion g'ovakliklarni o'rtacha o'lchami, Å
NIEB-KA	176,38	15,25	161,13	0,108	35,06
OG-TA	192,4	-	192,34	0,405	120,00

*NIEB-KA-Navbahor ishqoriy yer bentonitini kislotali aktivlashtirib olingan adsorbent
OG-TA-opokasimon gilni termik aktivlashtirib olingan adsorbent*

Bentonit va opokasimon gillar asosida olingan kompozitlarni sorbsion ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar	NIEB-KA:OG-TA nisbati				
	90:10	70:30	50:50	30:70	10:90
Nisbiy yuza (BET), m ² /g	178,37	181,16	187,02	189,91	190,83
Mikrog'ovaklar nisbiy yuzasi, m ² /g	13,04	10,60	7,52	4,12	1,18
Mezo va makrog'ovaklar nisbiy yuzasi, m ² /g	165,33	170,56	179,5	185,79	189,65
G'ovakliklar hajmi, sm ³ /g	0,127	0,219	0,273	0,358	0,391
Adsorbsion g'ovakliklarni o'rtacha o'lchami, Å	42,59	60,54	77,06	93,56	110,71

Olinadigan adsorbentning g'ovakli tarkibini maqsadli boshqarish imkoniyatiga ega bo'lish uchun biz tajribalarimizda faollashtirilgan bentonit va opokasimon gillarning turli nisbatlarida kompozitsiyalar hosil qildik. Bunda ishqoriy yer bentoniti (NIEB-KA) : opoka (OG-TA) nisbatlari 90:10 dan 10:90 gacha oraliqda o'zgartirilishiga bog'liq ravishda, olinadigan kompozit gil (KG) tarkibining o'zgarishi tahlil qilindi. Olingan kompozitlar tarkibi 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadvaldan ko'rinib turganidek, kompozit tarkibida opokasimon gilning ulushi oshib borishi bilan gilning nisbiy yuzasi 178,37 m²/g dan 190,83 m²/g gacha osib boradi. Mikrog'ovakliklar nisbiy yuzasi 13,04 m²/g dan 1,18 m²/g gacha kamayishi, mezo va makrog'ovakliklar esa 165,33 m²/g dan 189,65 m²/g gacha oshadi. Shuningdek, adsorbsion g'ovakliklarni o'rtacha o'lchamlari keskin oshib 42,59 Å dan 110,71 Å gacha yetadi.

Opokasimon gil tarkibida mezo va makrog'ovakliklar yuqori darajada. Lekin uning ishqoriy-yer bentoniti bilan qaysi nasbatdagi aralashmasi biz qidirayotgan tarkibni berishi mumkinligi aniq emas. Shuning uchun keying tadqiqotlarimizda biz bu nisbatni eksperimental tadqiqotlar bilan aniqlashni maqsad qilib quydik.

Buning uchun ishqoriy neytrallangan paxta va kungaboqar moylari namunalarini tajribaviy oqlash o'tkazildi. Tajribalarda 4-jadvaldagi fizik-kimyoviy ko'rsatkichlarga ega moy namunalari-dan foydalanildi.

Tajribalarda paxta va kungaboqar moylarini Navbahor konidan olingan va faollashtirilgan ishqoriy-yer bentoniti, faollashtirilgan opokasimon gillar bilan alohida va ularning 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 nisbatlardagi kompozitsiyalari bilan moy massasiga nisbatan 0,5-3,0% miqdorida reagent

Tajribalarda foydalanilgan paxta va kungaboqar moylarining fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar	Paxta moyi	Kungaboqar moyi
Moyning kislotasi soni, mg KOH/g	0,31	0,35
Rangi *	16 (2)	21
Namligi, %	0,09	0,1
Perekis soni, 1/2 O ₂ mmol/kg	4,2	2,8

*- paxta moyining rangi qizil birlik, Lovibond bo'yicha 13,5 sm qalinlikdagi kyuvetada doimiy 35 sariq (ko'k) birlikda, kungaboqar moyining rangi mg J shkalasida aniqlangan.

sarflab 80-85 °C haroratda 30 min davomida oqlandi. Olingan natijalar 5-jadvalda keltirilgan.

5-jadvaldan ko'rinib turganidek, kislotali faollashtirilgan bentonitli gil bilan oqlangan moyning sifat ko'rsatkichlari nazorat namunasida oqlangan moy sifat ko'rsatkichlariga deyarli bir xil. Lekin, paxta moyini oqlash jarayonida moyga qo'shilayotgan gilning 0,5-1,5% miqdorlarida ko'k birliklarni saqlanib qolganini ko'rishimiz mumkin. Xuddi shu moyni faollashtirilgan opokasimon gil bilan ishlov berilganda moylarning rangi qizil birliklar bo'yicha 13 qizil birlikni tashkil etib, oqlangan namunalar ichidagi eng past ko'rsatkich olindi. Lekin, paxta moyiga termik faollashtirilgan opokasimon gildan 0,5% va undan yuqori miqdorda qo'shilgan vaqtda ko'k birliklar bartaraf etildi. Agarda paxta moyiga ko'k tusni xlorofillar, gossipolning turli hosilalari berishini inobatga olsak, termik ishlov berishda opokasimon gillarda paydo bo'lgan mezo va makrog'ovakliklar yuqoridagi fizik o'lchamlari mikrog'ovakliklardan katta bo'lgan moddalarni yaxshiroq bog'laganini kuzatishimiz mumkin.

Kompozitsion tarkib yordamida oqlangan o'simlik moylarining rang ko'rsatkichlari o'zgarishi

Kompozit tarkibi, %		Adsorbent sarfi, moy massasiga nisbatan %					
NIEB-KA	OG-TA	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Paxta moyi (boshlang'ich rangi – 16 qizil (2 ko'k) birlik)							
Sinov: kompozit gil bilan oqlash							
100	-	12(2)	10(1)	8(1)	7(0)	7(0)	7(0)
-	100	13 (0)	12 (0)	11(0)	11(0)	11(0)	10(0)
90	10	12(2)	11(2)	10(1)	10(1)	10(0)	10(0)
80	20	11(1)	10(1)	10(0)	9(0)	8(0)	7(0)
70	30	11(0)	9(0)	8(0)	7(0)	7(0)	6(0)
60	40	11(0)	10(0)	10(0)	9(0)	8(0)	8(0)
50	50	12(0)	11(0)	10(0)	9(0)	9(0)	9(0)
Nazorat: Super FF oqlovchi gili							
-	-	12(2)	9(1)	7(1)	7(1)	6(1)	6(1)
Kungaboqar moyi (boshlang'ich rangi – 21 mg/J)							
Sinov: kompozit gil bilan oqlash							
100	-	13	9	7	6	6	5
-	100	14	10	8	8	7	7
90	10	12	9	8	7	7	6
80	20	10	9	7	7	6	6
70	30	9	8	7	6	5	5
60	40	9	9	8	7	6	6
50	50	10	10	9	8	8	7
Nazorat: Super FF oqlovchi gili							
-	-	12	10	8	8	6	5

Olingan kompozitsiyalar tarkibini solishtirish va ularning adsorbent sifatida moylarning rang ko'rsatkichlariga ta'sirini eksperimental o'rganish natijasida eng maqbul tarkib sifatida kislotali faollashtirilgan ishqoriy-yer bentoniti (NIEB-KA) va termik faollashtirilgan opokasimon gil (OG-TA) nisbati 70:30 ni tashkil etgan kompozitsiya tarkibi tanlandi.

Faollashtirilgan bentonit va opokasimon gillar asosida olingan kompozitli gillarning azot muhitidagi adsorbsiya-desorbsiya izotermalari asosida adsorbsion sig'im ko'rsatkichlarini tahlil qilinib, gil namunalari nisbiy yuzasi, mikro va mezog'ovakliklar yuzasi, adsorbsion g'ovakliklarning o'rtacha o'lchami, shuningdek g'ovakliklarning hajmiy taqsimlanishi kabi

ko'rsatkichlar hisoblab chiqildi. Olingan natijalar nazorat namunasidagi Super FF gilining rang ko'rsatkichlari bilan solishtirildi. Natijalar 6-jadvalda keltirilgan.

6-jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinib turganidek, olingan KG nisbiy yuzasi 181,16 g/m², g'ovakliklar hajmi 0,219 sm³/g, g'ovakliklarni o'rtacha o'lchami 60,54 Å ni tashkil qiladi. KG ning nisbiy yuzasi Super FF ning nisbiy yuzasidan 8,53 g/m² ga kam. Lekin uning g'ovakliklari hajmi 0,219 > 0,116 va o'rtacha o'lchami 60,54 > 24,79 farq qiladi. Bunday farq NIEB-KA bilan taqqoslaganda ancha yuqori. Aynan mana shu farqlanishni bentonitli gil tarkibiga kiritish, olinayotgan KG ning sorbsion xususiyatini oshiradi. Yani, bu yerda nisbiy yuza kichik bo'lishiga

Faollashtirilgan bentonit va kompozitli gillarning sorbsion xossalari

Ko'rsatkichlar	Gil namunalari		
	NIEB-KA	KG	Super FF
Nisbiy yuza (BET), m ² /g	176,38	181,16	189,69
Mikrog'ovaklar nisbiy yuzasi, m ² /g	15,25	10,60	-
Mezo va makrog'ovaklar nisbiy yuzasi, m ² /g	161,13	170,56	189,69
G'ovakliklar hajmi, sm ³ /g	0,108	0,219	0,116
Adsorbsion g'ovakliklarni o'rtacha o'lchami, Å	35,06	60,54	24,79

*NIEB-KA-Navbahor ishqoriy yer betnonitini sulfat kislotasi bilan ishlov berish orqali olingan adsorbent;
 KG-kompozitli gil; Super FF-taqqoslash uchun nazorat namunasi*

qaramasdan g'ovakliklarni o'lchami bo'yicha hajmiy taqsimlanishi olinayotgan adsorbentning mezoporlarga bog'liq ravishdagi sorbsion xususiyatlarini belgilaydi.

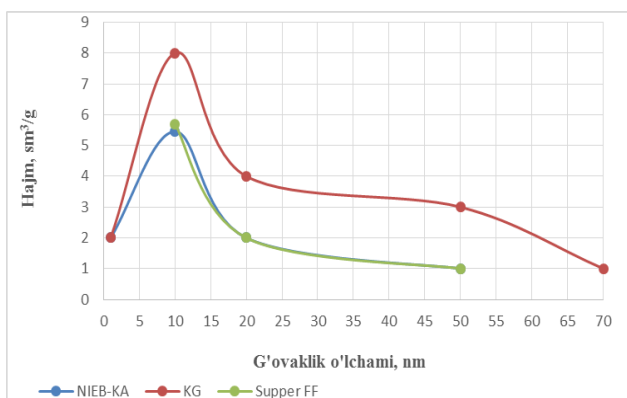
Azot adsorbsiyasi izotermalaridan olingan ma'lumotlar sorbentlarning g'ovakligini tavsiflovchi parametrlarni aniqlashga imkon beradi. Olingan ma'lumotlarga asosan 1-rasmda nisbiy yuzada faol g'ovakliklarni hajmiy taqsimlanishi tasvirlangan. Bundan tashqari o'simlik moylari tarkibidagi sorbriyalanish lozim bo'lgan moddalar, xususiyatidan kelib chiqib, g'ovakliklarda

tahlil qilinayotgan sorbentlarda rang beruvchi moddalar adsorbsiyasining mumkin bo'lgan mexanizmi va turlari farqli borishini bildiradi. O'z navbatida, Navbahor koni ishqoriy-yer bentoniti va opokasimon gilidan tashkil topgan faollashtirilgan kompozit tarkib moylarning geterogen hamroh moddalarini sorbtsiyalash samaradorligiga ijobiy ta'sir etishi kerak.

Kompozit tarkibidagi opokasimon gil miqdorini 10-30% oralig'ida oshirilishi ikkala moylarni ham oqlash samaradorligini yaxshilanishiga olib keldi. Lekin, uning miqdorini 40-50% gacha oshirilishi paxta moyining ko'k birliklarini to'liq bartaraf etsada, qizil birlik bo'yicha aksincha natijaga olib keldi. Xuddi shunday holat kugaboqar moyini oqlash jarayonida ham kuzatildi. Bu holatni kompozit gil tarkibidagi mikrog'ovaklar ulushi keskin kamayib ketishi bilan izohlash mumkin.

Xulosa

Yuqoridagi natijalardan kelib chiqib, oqlovchi kompozit gil tarkibida ishqoriy-yer bentoniti va opokasimon gilning nisbati 70:30 bo'lganda eng samarali ta'sirga ega degan xulosaga kelish mumkin. Tahliliy natijalardan ma'lum bo'lishicha NIEB-KA tarkibiga opokasimon gil qo'shilishi va mezoporali g'ovakliklarni ko'payishi uning sorbsion xususiyatlarini oshishiga olib kelmoqda. Lekin kompozit tarkibiga opokasimon gilni 30% dan ortiq kiritilishi o'simlik moylarini oqlashda samaradorlikni pasayishiga olib keladi. Bu kompozit tarkibida mikrog'ovaklarning nisbati pasayib ketishi va moydagi 2 nm dan kichik o'lchamli hamroh moddalarni sorbtsiyalash samarasi kamayishi natijasida yuzaga keladi. Opokasimon gil tarkibidagi mak-



NIEB-KA, KG, Super FF gillarida g'ovakliklarni hajmiy taqsimlanishi.

utilishi yoki molekulyar yo'l bilan bog'lab olinishini hisobga olsak, taklif qilinayotgan KG da ikkala vazifani ham bajaruvchi komponentlar mavjud.

Rasmdan ko'rinib turganidek, nazorat uchun foydalanilgan Super FF oqlovchi tuprogi tarkibida mikrog'ovaklar kuzatilmayapti. NIEB-KA namunasida esa mezo va makrog'ovakliklar ulushi kam. Hosil qilingan kompozitning g'ovakli tuzilishi geterogenligini ko'rinmoqda. Bu esa

rog'ovaklar ko'payishi o'tkazuvchi yo'laklarning oshishini ta'minlasada, mikroo'lchamli qo'shimchalarni ushlab qolish qobiliyatiga ega emasligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, azot gazini yutish qobiliyatidan farqli ravishda, o'simlik moylari tarkibidagi moddalarning mikro va mezo-g'ovaklarda ushlab qolinmaydigan guruhini aynan o'tuvchi va makro o'lchamli g'ovaklarda sorbsiyalanishi kuzatiladi.

Olingan kompozitli adsorbent yordamida o'simlik moylarini oqlash darajasi turli mavsumlarda ishlab chiqarilgan dastlabki rangliligi har xil bo'lgan moylarni oqlash darajasi o'zgarib turishini ko'rsatadi. Bundan tashqari taklif qilinayotgan kompozitli adsorbent uzoq

muddat saqlangan chigitlardan olingan moylarni, ya'ni namlik va issiqlik hisobiga kislotaliligi oshishi, yangi va yuqori molekulali hosilalar paydo bo'lishi kuzatilgan moylarni oqlashda nazorat namunasiga nisbatan yaxshi natija beradi.

Tajribalarda bentonitli gillar sorbsion xususiyatlariga ko'ra o'simlik moyidagi erkin yog' kislotlarini, opokasimon gillar esa metall va sovun qoldiqlarini, shuningdek hosil bo'lgan yuqori molekulali moddalarni yaxshi sorbsiyalashi aniqlandi. Moylarni ishqoriy neytrallash jarayonida, ishqor sarfini kamaytirish hisobiga, rangini nibatan baland qoldirish hamda taklif etilayotgan kompozitli gildan foydalanish hisobiga samarali pasaytirishga erishiladi.

REFERENCES

1. Binnatova L.A., Shiraliyeva E.M., Yakubov A.I., Muradova N.M., Nuriyev A.N. Termoobrabotka bentonita i adsorbtsiya metilena golubogo [Heat treatment of bentonite and adsorption of methylene blue]. *Kondensirovannyye sredy i mezhfaznyye granitsy*, 2007, 2(9), 99-101.
2. Distanov U.G., Konyukhova T.P. *Mineral'noye syr'ye. Sorbenty prirodnyye* [Mineral raw materials. Natural sorbents]. Moscow, Geoinformmark Publ., 1999. 42.
3. Petrova V.P. *Nemetallicheskiye poleznyye iskopayemye. Spravochnoye posobiye* [Non-metallic minerals. Reference manual]. Moscow, Nedra Publ., 1984. 407.
4. Distanova U.G., Fil'ko A.S. *Netraditsionnyye vidy mineral'nogo syr'ya* [Non-traditional types of mineral raw materials]. Moscow, Nedra, 1990, 261.
5. Lygina T.Z., Mikhaylova O.A., Khatsrinov A.I., Konyukhova T.P. *Tekhnologii khimicheskoy aktivatsii neorganicheskikh prirodnykh mineral'nykh sorbentov* [Technologies for chemical activation of inorganic natural mineral sorbents]. Kazan', KGTU Publ., 2009. 120.
6. Alykov N.N., Alykova T.V., Alykov N.M. *Opoki, Astrakhanskoj oblasti* [Opoki, Astrakhan region]. Astrakhan', Izdatel'skiy dom Astrakhanskogo universiteta Publ., 2005. 140.
7. Konyukhova T.P. *Tekhnologicheskaya otsenka kachestva na raznykh stadiyakh GRR iskhodnykh i aktivirovannykh tseolitsoderzhashchikh kremniystykh porod dlya ispol'zovaniya v netraditsionnykh napravleniyax* [Technological assessment of the quality at different stages of geological exploration of initial and activated zeolite-containing siliceous rocks for use in non-traditional areas]. Kazan', 2002, 103.
8. Konyukhova T.P. *Tekhnologicheskaya otsenka kachestva prirodnykh i aktivirovannykh tseolitov i opok na raznykh stadiyakh GRR dlya ispol'zovaniya v netraditsionnykh oblastyakh (dlya ochistki pit'yevykh i stochnykh vod, osushki neftyanykh gazov i vozdukh, ochistki dymovykh gazov TES, seroochistki uglevodorodnogo syr'ya, dlya proizvodstva zhidkogo stekla i agrokhimicheskikh udobreniy)* [Technological assessment of the quality of natural and activated zeolites and flasks at different stages of geological exploration for use in non-traditional areas (for drinking and waste water treatment, drying of oil gases and air, purification of flue gases from thermal power plants, desulfurization of hydrocarbon raw materials, for the production of liquid glass and agrochemical fertilizers)]. Kazan, TSNIIGeolnerud Publ., 1997. 180.
9. Yakimova A.V. *Tseolitsoderzhashchiye porody Tatarstana i ikh primeneniye* [Zeolite-containing rocks of Tatarstan and their application]. Kazan', Fen Publ., 2001. 176.
10. Ponomarev V.V. *Tekhnologiya adsorbentov dlya ochistki rastitel'nykh masel na osnove diatomita i bentonita*. Avtoreferat. diss. kand. tekhn. nauk [Adsorbent technology for plant purification oils based on diatomite and bentonite. Abstract PhD]. Novocherkassk, 2011, 22.
11. Taran N.G. *Adsorbenty i ionity v pishchevoy promyshlennosti* [Adsorbents and ion exchangers in the food industry]. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1983. 248.
12. Aivalioti M., Vamvasakis I., Gidarakos E.. BTEX and MTBE adsorption onto raw thermally modified diatomite. *Journal of Hazardous Materials*, 2010, (178), 136-143. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2010.01.053 (accessed 02.05.2024)
13. Adewale A., Fabiano V. Amine modified kaolinite clay from Nigeria: A resource for removing Cd²⁺ and Pb²⁺ ions from aqueous solution. *Journal of applied research and technology*, 2019, 17(2), 978. DOI: 10.22201/icat.16656423.2019.17.2.798
14. Shmidt A.A. *Teoreticheskiye osnovy rafinatsii rastitel'nykh masel* [Theoretical foundations of refining vegetable oils]. Moscow. Pishchepromizdat Publ., 1960, 399.
15. Karnaukhov A.P. *Adsorbtsiya. Tekstura dispersnykh i poristykh materialov* [Adsorption. Texture of dispersed and porous materials]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1999. 470.
16. Lygina T.Z., Mikhaylova O.A., Naumkina N.I., Gubaydullina A.M. i dr. Ratsional'nyy kompleks metodov izucheniya sostava i svoystv prirodnykh sorbentov kak osnova vybora innovatsionnykh tekhnologiy pererabotki i perspektivnykh napravleniy ispol'zovaniya mineral'nogo syr'ya [A rational set of methods for studying the composition and properties of natural sorbents as the basis for choosing innovative processing technologies and promising areas for the use of mineral raw materials]. *Georesursy*, 2015, 63(4), 120.
17. Shachneva Ye.YU. Polucheniye sorbentov na osnove prirodnogo mineral'nogo syr'ya [Production of sorbents based on natural mineral raw materials]. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya*, 2022, 2, 66-74. DOI: 10.46646/2521-683X/2022-2-66-74 (accessed 02.05.2024)
18. Pryanikov V.P. *Sistema kremnezema* [Silica system]. Sankt-Peterburg, Stroyizdat Publ. 1971. 224.
19. Distanov U.G. *Mineral'noye syr'ye. Opal-kristobalitoverye porody. Spravochnik* [Mineral raw materials. Opal-cristobalite rocks. Directory]. Moscow, Geoinformmark Publ., 1998. 28.
20. Ivanov M.G., Likhareva O.B., Matern A.I., Yaroshevskaya Kh.M. Modifikatsionnyye opal-kristobalita-opoki krasnogvardeyskogo mestorozhdeniya sverdlovskoy oblasti [Modification of opal-cristobalite-opoka from the Krasnogvardeyskoe deposit, Sverdlovsk region]. *Vestnik kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2014, 17(7), 54-59.
21. Ivanov M.G., Likhareva O.B., Matern A.I., Stoyanov O.V. Sorbtsiya formal'degida i tekhnologiya polucheniya opoki, modifikatsionnoy silanom [Formaldehyde sorption and technology for producing silane-modified flask]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta*, 2017, 12(20), 54-59.
22. Padalkin N.V., Yevshin P.N. Modifikatsionnyye sorbenty na osnove opoki dlya ochistki vod [Modified sorbents based on flask for water purification]. *Trudy Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2019, 10(1), 262-269. DOI: 10.25702/KSC.2307 5252.2019.10.1.262-269

23. Kalyukova Ye.N. i dr. Sorbtionnyye svoystva prirodnykh sorbentov-opoki i magnezita po otnosheniyu k sul'fat-ionam [Sorption properties of natural sorbents-opka and magnesite in relation to sulfate ions]. *Bashkirskiy khimicheskyy zhurnal*, 2010, 17, 126-128.
24. Brogowski Z., Renman G. Characterization of opoka as a basis for its use in wastewater treatment. *Polish Journal of Environmental Studies*, 2004, 13(1), 15-20.
25. Petrov V.P. *Syr'yevaya baza kremnistykh porod* (diatomity, opoki, trepely, spongolity) [Raw material base of siliceous rocks (diatomites, opoka, tripoli, spongolites)]. Moscow, Nauka Publ., 1974. 104.
26. Petrov V.P. *Syr'yevaya baza bentonitov ikh ispolzovaniye v narodnom khozyaystve* [Raw material base of bentonites and their use in the national economy]. Moscow, Nedra Publ., 1972. 288.
27. Rakhmonov O.K., Mamadaliyeva S.V. Rezultaty eksperimental'nykh ispytaniy tekhnologiy proizvodstva mekhano-khimicheskikh i kislotno-aktiviruyemykh adsorbentov dlya ochistki parafinov i tserezinov [Results of experimental tests of technologies for the production of mechano-chemical and acid-activated adsorbents for the purification of paraffins and ceresins]. *Universum: tekhnicheskkiye nauki*, 2021, 87(6), 102-104. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-eksperimentalnyh-ispytaniy-tehnologiy> (accessed 30.04.2024)
28. Rakhmonov O.K., Mamadaliyeva S.V. Mekhanizm vozdeystviya ultrazvuka na parafin pri yego ochistke kompozitsiyey adsorbentov iz mestnykh glin [The mechanism of the effect of ultrasound on paraffin during its cleaning with a composition of adsorbents from local clays]. *Universum: Khimiya i biologiya*, 2019, 65(11). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/8109> (accessed 05.05.2024)
29. Varivoda A.A. Optimal'nyye tekhnologicheskkiye rezhimy adsorbtsionnoy ochistki tykvennogo masla [Optimal technological modes for adsorption purification of pumpkin oil]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], 2012, 35, 388-392.
30. Silva S.M. et al. Adsorption of carotenes and phosphorus from palm oil onto acid activated bleaching earth: Equilibrium, kinetics and thermodynamics. *Journal of Food Engineering*, 2013, 118, 341-349. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2013.04.026
31. Boyjanov N.I., Boyjanov I.R., Yulchiyev A.B., Serkayev Q.P. Faollashtirilan ishqoriy yer bentonitlarini o'simlik moylari sifatiga ta'siri. *Chemistry and Chemical Engineering*, 2024, 1. Article 11. URL: <https://cce.researchcommons.org/journal/vol2024/iss1/11>
32. Arutyunyan N.S., Komena Ye.P. *Fosfolipidy rastitel'nykh masel: sostav, struktura, svoystva, polucheniye i primeneniye* [Phospholipids of vegetable oils: composition, structure, properties, preparation and application]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1986. 256.
33. Boyjanov N.I., Boyjanov I.R., Khamidova M., Serkayev Q.P. Studying adsorption characteristics of "navbahor" alkaline bentonite in bleaching cotton oil. *Universum: tekhnicheskkiye nauki*, 2023, 111(6). DOI: 10.32743/UniTech.2023.111.6.15618 (accessed 11.05.2024)
34. Chekunova Ye.M. *Genetika metabolizma khlorofillov* [Genetics of chlorophyll metabolism]. Monografiya. Izd. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Sarbrücken, Germany, 2011. 136.
35. Stryzhenok A.A., Gerasimenko Ye.O. Osobennosti adsorbtsionnoy rafinatsii rapsovykh masel diatomitovymi adsorbentami [Features of adsorption refining of rapeseed oils with diatomite adsorbents]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU*, 2013, 94(10), 124-126. <https://cyberleninka.ru/article/n/adsorbtsionnaya-rafinatsiya-rastitelnyh-masel/viewer> (accessed 11.03.2024)
36. (accessed 11.03.2024)
37. ISO 662:2016. Animal and vegetable fats and oils. Determination of moisture and volatile matter content. Moscow, Russian Institute of Standardization Publ., 2017. 14.
38. ISO 15305:1998. Animal and vegetable fats and oils - Determination of Lovibond colour. Moscow, Russian Institute of Standardization Publ., 2001. 11. ISO 660:2020. Animal and vegetable fats and oils. Determination of acid value and acidity. Moscow, Russian Institute of Standardization Publ., 2021. 16.
39. ISO 3960:2020. Animal and vegetable fats and oils Determination of peroxide value. Iodometric (visual) determination by end point. Moscow, Russian Institute of Standardization Publ., 2021. 12.