KOLLOID KREMNIY ZOLNI YUQORI YOG‘ KISLOTALARI BILAN MODIFIKATSIYALASH

Baxranova Dilnoza Axmedovna
Buxoro davlat texnika universiteti doktaranti
Beshimov Islom Akmaljonovich
Buxoro davlat texnika universiteti Kimyo texnologiyasi kafedrasi dotsenti
E-mail: islombeshimov0757@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada kolloid kremniy zolini yuqori yog‘ kislotalari bilan modifikatsiyalashning ilmiy-metodik asoslari, sirt va kolloid-kimyoviy jarayonlar hamda ularni boshqarish omillari tahlil qilinadi. Tadqiqot konsepsiyasida kremniy dioksid zarrachalari sirtidagi silanol guruhlari bilan uzoq uglevodorod zanjiriga ega karboksil kislotalarning o‘zaro ta’siri markaziy masala sifatida qaraladi. Palmitin, stearin, olein va linol kislotalarining molekulyar tuzilishi, to‘yinganlik darajasi va sirtga adsorbsiyalanish xususiyatlari modifikatsiya samaradorligini belgilovchi omillar sifatida ko‘rib chiqiladi. Modifikatsiyalangan tizimlarni FTIR-spektroskopiya, dinamik yorug‘lik sochilishi (DLS), zeta-potensial, termogravimetrik tahlil (TGA/DSC) va zarur hollarda XPS usullari yordamida kompleks baholash taklif etiladi. Shuningdek, pH, harorat, kontakt vaqti va modifikator:SiO_2 nisbatining ta’sirini faktorli tajriba asosida aniqlash hamda dispersiya barqarorligi uchun optimal sharoitlarni statistik modellashtirish yondashuvi asoslanadi. Ishning asosiy ilmiy qiymati SiO_2 sirtining kimyoviy holati, elektr ikki qavat, zarracha agregatsiyasi va kolloid barqarorlik o‘rtasidagi bog‘liqlikni yagona tadqiqot modeli orqali o‘rganishdan iborat.

Kalit so‘zlar: kolloid kremniy zoli, kremniy dioksid, SiO_2, yuqori yog‘ kislotalari, olein kislota, stearin kislota, palmitin kislota, linol kislota, modifikatsiya, adsorbsiya, silanol guruhi, zeta-potensial, DLS, FTIR, TGA.

Аннотация. В статье рассмотрены научно-методические основы модификации коллоидного кремнезольного золя высшими жирными кислотами, а также факторы, определяющие поверхностные и коллоидно-химические свойства получаемой системы. В качестве ключевой проблемы рассматривается взаимодействие силанольных групп поверхности диоксида кремния с карбоксильными группами жирных кислот, содержащих длинную углеводородную цепь. Сравниваются пальмитиновая, стеариновая, олеиновая и линолевая кислоты с учетом строения молекул и степени ненасыщенности. Для комплексной оценки модификации предлагается применение ИК-Фурье спектроскопии, динамического светорассеяния, измерения дзета-потенциала, термогравиметрического анализа и, при необходимости, рентгеновской

ISSN 3030-3907

фотоэлектронной спектроскопии. Обосновывается использование факторного эксперимента для установления влияния pH, температуры, времени контакта и соотношения модификатор:SiO_2 на агрегативную устойчивость и свойства поверхности.

Ключевые слова: коллоидный кремнезоль, диоксид кремния, SiO_2, высшие жирные кислоты, олеиновая кислота, стеариновая кислота, пальмитиновая кислота, линолевая кислота, модификация, адсорбция, силанольная группа, дзета-потенциал, DLS, FTIR, TGA.

Abstract. This paper considers the scientific and methodological basis for modifying colloidal silica sol with higher fatty acids and analyzes the main factors governing its surface and colloidal-chemical properties. The central research problem is the interaction between silanol groups on silica particles and carboxyl groups of long-chain fatty acids. Palmitic, stearic, oleic and linoleic acids are considered with regard to molecular structure and degree of unsaturation. A comprehensive characterization strategy based on FTIR spectroscopy, dynamic light scattering, zeta-potential measurements, thermogravimetric analysis and, where necessary, XPS is proposed. A factorial experimental design is suggested to determine the effects of pH, temperature, contact time and modifier-to-SiO_2 ratio on particle aggregation, surface modification and colloidal stability. The proposed approach is aimed at establishing a quantitative relationship between surface chemistry, interfacial structure and dispersion stability.

Keywords: colloidal silica sol, silicon dioxide, SiO_2, higher fatty acids, oleic acid, stearic acid, palmitic acid, linoleic acid, modification, adsorption, silanol group, zeta potential, DLS, FTIR, TGA.

KIRISH.

Zamonaviy materialshunoslikda dispers tizimlarning sirt xossalarini boshqarish yangi funksional materiallar yaratishning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Kremniy dioksidi yuqori solishtirma sirt maydoni, sirtida silanol guruhlarining mavjudligi va suvli muhitda kolloid tizim hosil qilish qobiliyati sababli ko‘plab texnologik jarayonlarda qo‘llaniladigan noorganik dispers materiallardan biridir. Kolloid SiO_2 zarrachalari sirtidagi Si–OH guruhlari muhit pH i, ion kuchi va boshqa komponentlar bilan o‘zaro ta’sir natijasida sirt zaryadi hamda gidratlanish holatini o‘zgartiradi. Shu sababli zarrachalararo elektrostatik itarilish, van-der-Vaals tortishishi va organik molekulalarning adsorbsiyasi birgalikda dispers tizimning agregativ barqarorligini belgilaydi.

ISSN 3030-3907

Yuqori yog‘ kislotalari tarkibidagi karboksil guruhi va uzun uglevodorod zanjiri ularni SiO_2–suv interfeysida sirt modifikatori sifatida ko‘rib chiqish imkonini beradi. Bunda modifikatsiya natijasida sirtning gidrofillik–gidrofoblik balansi, elektr ikki qavat xususiyatlari va zarrachalarning o‘zaro agregatsiyasi o‘zgarishi mumkin. Shu jihatdan kolloid kremniy zolining yuqori yog‘ kislotalari bilan modifikatsiyasi sirt kimyosi va kolloid kimyoni birlashtiruvchi ilmiy yo‘nalish sifatida dolzarbdir.

ASOSIY QISM

Kolloid kremniy zoli dispers fazasi kremniy dioksidi (SiO_2) zarrachalaridan, dispersion muhiti esa asosan suvdan tashkil topgan yuqori dispers kolloid sistema hisoblanadi. Kremniy dioksid zarrachalarining o‘lchami nanometr diapazonida bo‘lib, ularning yuqori solishtirma sirt maydoni sirt hodisalarining sezilarli darajada namoyon bo‘lishini ta’minlaydi. Shu sababli kremniy zolining fizik-kimyoviy xossalari nafaqat dispers zarrachalarning o‘lchami va konsentratsiyasiga, balki ularning sirtida sodir bo‘ladigan adsorbsion va elektrokinetik jarayonlarga ham bog‘liq. SiO_2 sirtida turli tipdagi silanol guruhlari mavjud bo‘lib, ularni shartli ravishda ≡Si–OH ko‘rinishida ifodalash mumkin. Suvli muhitda ushbu guruhlar protonlanish yoki deprotonlanish jarayonlarida ishtirok etadi:

$$\equiv Si–OH \rightleftharpoons \equiv Si–O^- + H^+$$

Shuning uchun kremniy dioksid zarrachalarining sirt zaryadi dispersion muhitning pH qiymatiga bog‘liq holda o‘zgaradi. Ishqoriyroq muhitda silanol guruhlarining deprotonlanishi kuchayib, zarracha sirtida manfiy zaryadning ortishi kuzatilishi mumkin. Bu esa zarrachalar orasidagi elektrostatik itarilish kuchlarini oshirib, kolloid tizimning agregativ barqarorligiga ta’sir ko‘rsatadi. Kolloid sistemaning barqarorligi zarrachalararo tortishish va itarilish kuchlarining nisbatiga bog‘liq. Bunda van-der-Vaals tortishish kuchlari zarrachalarning birikishiga olib kelishi mumkin bo‘lsa, elektr ikki qavat bilan bog‘liq elektrostatik itarilish agregatsiyani cheklaydi. Shu sababli SiO_2 zolining zeta-potensiali uning agregativ barqarorligini baholashda muhim ko‘rsatkichlardan biri hisoblanadi.

Yuqori yog‘ kislotalarining molekulyar tuzilishi

Yuqori yog‘ kislotalari uzun uglevodorod zanjiriga ega bo‘lgan monokarbon kislotalar bo‘lib, umumiy holda R–COOH formula bilan ifodalanadi. Ularning molekulasi ikkita asosiy qismdan tashkil topadi: qutbli karboksil guruhi –COOH va qutbsiz uglevodorod radikali R. Karboksil guruhi molekulaga qutblilik va boshqa sirtlar bilan o‘zaro ta’sirlashish xususiyatini beradi. Uzun uglevodorod zanjiri esa molekulaning gidrofob xususiyatlarini belgilaydi. Shu sababli yog‘ kislotalari sirt-faol modifikatorlar sifatida qaralganda, ularning molekulyar tuzilishi modifikatsiya natijasida hosil bo‘ladigan sirtning gidrofillik-gidrofoblik nisbatiga bevosita ta’sir qilishi mumkin. Tadqiqotda yuqori yog‘ kislotalarining

ISSN 3030-3907

turli vakillaridan foydalanish maqsadga muvofiq. Jumladan, palmitin kislota ($C_{16}H_{32}O_2$), stearin kislota ($C_{18}H_{36}O_2$), olein kislota ($C_{18}H_{34}O_2$) va linol kislota ($C_{18}H_{32}O_2$) molekulyar tuzilishi bo‘yicha bir-biridan farqlanadi. Palmitin va stearin kislotalari to‘yingan yog‘ kislotalari bo‘lib, ularning uglevodorod zanjirida qo‘sh bog‘ mavjud emas. Olein kislotasi bitta, linol kislotasi esa ikkita C=C qo‘sh bog‘ga ega. Shu sababli to‘yinganlik darajasi, molekulyar konfiguratsiya va uglevodorod zanjirining fazoviy tuzilishi SiO_2 sirtidagi adsorbsiya jarayoniga ta’sir qiluvchi muhim omillar sifatida qaraladi.

Kolloid kremniy zolini yuqori yog‘ kislotalari bilan modifikatsiyalash, modifikatsiya jarayonining sirt-kimyoviy va kolloid-kimyoviy mexanizmlarini aniqlash hamda modifikatsiyalangan dispers tizim uchun optimal texnologik parametrlarni ilmiy asoslashdan iborat.

Boshlang‘ich SiO_2 zolining pH, zarracha o‘lchami, polidisperslik indeksi va zeta-potensialini aniqlash;

palmitin, stearin, olein va linol kislotalarini modifikator sifatida qiyosiy tanlash;

modifikator:SiO_2 nisbatining, pH, harorat va kontakt vaqtining ta’sirini o‘rganish;

FTIR orqali Si–OH, Si–O–Si, C=O, COO^- va C–H guruhlaridagi o‘zgarishlarni aniqlash;

DLS va zeta-potensial yordamida zarracha agregatsiyasi va elektrokinetik barqarorlikni baholash;

TGA/DSC yordamida organik komponentning sirt bilan bog‘langan ulushini baholash;

tajriba natijalarini statistik qayta ishlab, optimal modifikatsiya rejimini aniqlash;

modifikatsiyalangan SiO_2 zolini kompozit, qoplama va boshqa dispers tizimlarda qo‘llash istiqbollarini baholash.

SiO_2 sirtining yuqori yog‘ kislotalari bilan o‘zaro ta’siri

Kolloid kremniy zarrachalari sirtida mavjud silanol guruhlari yog‘ kislotalari molekulalarining adsorbsiyasi uchun faol markazlar sifatida qaralishi mumkin. Soddalashtirilgan holda fizik-kimyoviy o‘zaro ta’sirni quyidagi sxema bilan ifodalash mumkin:

$$\mathbf{Si–OH + R–COOH \rightleftharpoons Si–OH\cdots OOC–R}$$

Bunda R — uzun uglevodorod zanjiri. Muayyan sharoitlarda sirt bilan kuchliroq bog‘lanish yoki kimyoviy immobilizatsiya ehtimoli ham ko‘rib chiqilishi mumkin, biroq bunday xulosani faqat FTIR, TGA va zarur hollarda XPS kabi mustaqil instrumental natijalar bilan tasdiqlash maqsadga muvofiq. Suvli kolloid

ISSN 3030-3907

tizimda adsorbsiya, ionlanish va kimyoviy bog‘lanish jarayonlarini bir-biridan ajratish tadqiqotning muhim metodik vazifasidir.

pH o‘zgarishi yog‘ kislotasining R–COOH va $R–COO^-$ shakllari nisbatini, shuningdek SiO_2 sirtining zaryad holatini o‘zgartiradi. Shu sababli pH modifikatsiya jarayonining asosiy boshqaruvchi omillaridan biri sifatida qaraladi. Modifikator miqdorining ortishi sirt qoplamini oshirishi mumkin, biroq ortiqcha organik komponent zarrachalararo gidrofob o‘zaro ta’sirni kuchaytirib, agregatsiyani ham chaqirishi mumkin. Demak, optimal konsentratsiya maksimal miqdor emas, balki sirt modifikatsiyasi va kolloid barqarorlikning muvozanat holati bilan belgilanadi.

1-jadval

Yuqori yog‘ kislotalarini tanlash

Modifikator	Molekulyar formula	Tuzilishi	Tadqiqotdagi vazifasi
Palmitin kislota	$C_{16}H_{32}O_2$	To‘yingan, C16	Zanjir uzunligi ta’sirini baholash
Stearin kislota	$C_{18}H_{36}O_2$	To‘yingan, C18	Uzun to‘yingan zanjir ta’sirini baholash
Olein kislota	$C_{18}H_{34}O_2$	1 ta C=C, C18	To‘yinmagan C18 modifikator sifatida baholash
Linol kislota	$C_{18}H_{32}O_2$	2 ta C=C, C18	To‘yinmaganlik darajasi ta’sirini aniqlash

Tadqiqotning eksperimental qismi bir necha ketma-ket bosqichlarda tashkil etilishi taklif etiladi. Avvalo boshlang‘ich SiO_2 zolining dispers va elektrokinetik parametrlari standart sharoitda aniqlanadi. Keyingi bosqichda tanlangan yog‘ kislotasi tayyorlanib, kolloid zol bilan nazorat qilinadigan sharoitda kontaktlashtiriladi. Aralashtirish tezligi, qo‘shish tartibi va kontakt vaqti barcha namunalar uchun bir xil metodikada ushlab turilishi kerak. Modifikatsiya jarayonida pH, harorat, kontakt vaqti hamda modifikator:SiO_2 nisbatini asosiy faktorlar sifatida qabul qilish mumkin. Dastlabki screening tajribalaridan keyin uch darajali faktorli reja tuzilib, javob parametrlari sifatida zeta-potensial, gidrodinamik diametr, PDI, sedimentatsion barqarorlik va viskozlik tanlanadi. Bunday yondashuv bir vaqtning o‘zida bir nechta omillarning ta’sirini baholash va optimal sohani aniqlash imkonini beradi.

Fizik-kimyoviy tadqiqot usullari orqali o‘rganilganligi

ISSN 3030-3907

FTIR-spektroskopiya yordamida modifikatsiyalanmagan va modifikatsiyalangan SiO_2 namunalarining spektrlarini qiyoslash orqali Si–OH, Si–O–Si, C=O, COO^- va C–H guruhlaridagi o‘zgarishlar aniqlanadi. Spektral o‘zgarishlar organik komponentning sirtga kelishi va uning kimyoviy holatini baholash uchun asos bo‘ladi.

DLS usuli zarrachalarning gidrodinamik diametri va polidisperslik indeksini aniqlash imkonini beradi. Modifikatsiyadan keyin zarracha o‘lchamining keskin ortishi agregatsiya jarayoni kuchayganligini ko‘rsatishi mumkin; o‘lchamning barqaror saqlanishi esa dispers tizimning fizik barqarorligi haqida ma’lumot beradi.

Zeta-potensial zarrachalarning elektrokinetik xossasini baholashda asosiy parametr hisoblanadi. Modifikatsiya jarayonida uning qiymati va pH ga bog‘liqligining o‘zgarishi SiO_2 sirtidagi elektr ikki qavat va organik qatlamning shakllanishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

TGA/DSC modifikatsiyalangan SiO_2 tarkibidagi organik komponentning massa ulushini va termik parchalanish bosqichlarini aniqlash uchun qo‘llanadi. Zarur hollarda XPS sirtning element tarkibi va kimyoviy bog‘lanish holatlarini sirtga sezgir usulda tekshirish uchun ishlatilishi mumkin. Natijalarni kompleks talqin qilish sirt modifikatsiyasi mexanizmini ishonchliroq asoslashga imkon beradi.

Kutilayotgan ilmiy natijalar

Mazkur tadqiqot konsepsiyasi asosida yuqori yog‘ kislotalari bilan modifikatsiyalangan kolloid SiO_2 namunalarining tarkib–tuzilish–xossa bog‘liqligini aniqlash kutiladi. Xususan, yog‘ kislotasining uglevodorod zanjiri uzunligi va to‘yinmaganlik darajasi, modifikator konsentratsiyasi, pH va haroratning zeta-potensial, DLS ko‘rsatkichlari va agregativ barqarorlikka ta’sir qonuniyatlarini aniqlash imkoniyatini beradi.

Ilmiy yangilik sifatida yakuniy xulosalar faqat tajriba natijalari va adabiyotlar bilan qiyosiy tahlil asosida shakllantirilishi lozim. Bunda modifikatsiya samaradorligi bitta ko‘rsatkich bilan emas, balki FTIR/TGA orqali sirt tarkibi, DLS orqali dispers holat va zeta-potensial orqali elektrokinetik barqarorlikning o‘zaro mosligi asosida baholanishi maqsadga muvofiq.

Ilmiy-amaliy ahamiyati

Modifikatsiyalangan SiO_2 zarrachalarining sirt xossalarini boshqarish ularni polimer kompozitsiyalari, qoplama materiallari, emulsiya va boshqa dispers tizimlarda qo‘llash imkoniyatlarini kengaytirishi mumkin. Organik modifikator bilan funksionallashtirilgan SiO_2 ning polimer matritsa bilan mosligini oshirish, namlanish xususiyatlarini boshqarish va zarrachalarning agregatsiyasini kamaytirish amaliy materialshunoslik nuqtai nazaridan muhimdir.

ISSN 3030-3907

Biroq aniq qo‘llash sohasi modifikatsiyalangan materialning real fizik-mexanik, termik, reologik va sirt xossalari tajribada aniqlangandan keyin belgilanadi. Shu sababli mazkur ishning birinchi bosqichi sirt va kolloid parametrlarini ishonchli aniqlash, ikkinchi bosqichi esa tanlangan amaliy tizimda samaradorlikni tekshirishga yo‘naltirilishi lozim.

XULOSA. Ushbu maqolada sintez mahsuloti kleylik xusisiyatini namoyan qiladi**.** Kolloid kremniy zolini yuqori yog‘ kislotalari bilan modifikatsiyalash SiO_2 sirtining kimyoviy holati va kolloid barqarorligini birgalikda boshqarishga imkon beruvchi istiqbolli ilmiy yo‘nalish sifatida qaraladi. Modifikatsiya jarayonining samaradorligi yog‘ kislotasining molekulyar tuzilishi bilan bir qatorda pH, harorat, kontakt vaqti va modifikator: SiO_2 nisbatiga bog‘liq bo‘ladi. Shuning uchun tadqiqotda kompleks instrumental tahlil va faktorli tajriba dizaynidan foydalanish ilmiy jihatdan asoslangan yondashuv bilan isbotlanadi.

Taklif etilayotgan FTIR–DLS–zeta-potensial–TGA/XPS kompleks metodikasi sirt modifikatsiyasi va kolloid barqarorlik o‘rtasidagi bog‘liqlikni chuqurroq ochib berishga xizmat qiladi. Olingan eksperimental ma’lumotlar asosida optimal texnologik rejim, modifikatsiya mexanizmi va amaliy qo‘llash yo‘nalishlari keyingi tadqiqot bosqichida aniqlashtirilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Li Z., Zhu Y. Surface-modification of SiO_2 nanoparticles with oleic acid. Applied Surface Science. 2003. Vol. 211. P. 315–320. DOI: 10.1016/S0169-4332(03)00259-9.
2. Axmedov V.N., Ismatov Sh.A., Fayzullayev N.I. “Suv-neft muhitida metallar korroziyasini aniqlash uchun dasturiy ta’minot” № DGU 41821
6. Beshimov I.A., Axmedov V.N., Do‘stov H.B. Malein kislota asosida olingan termobarqaror moddalar tahlili. “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий – техникавий журнал. - №4/2024. 94-98 бет. (02.00.00, №14);
7. Beshimov I.A., Axmedov V.N., Olimov B.B Poliuretan sintezi va xossalari. QarDU xabarlari Ilmiy-nazariy, uslubiy jurnal 2024 (2)2 S. 145-150 бет.
8. Beshimov I.A., Olimov B.B Technological aspects of thermostable coating production. UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. Август 2024 №. 8(125) 54-57 бет. (02.00.00.№1)

ISSN 3030-3907