ISSN 2181-1296

ILMIY AXBOROTNOMA

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК **SCIENTIFIC JOURNAL**

2022-yil, 3-son (133) **ANIQ FANLAR SERIYASI**

Matematika, Mexanika, Informatika, Fizika

Samarqand viloyat matbuot boshqarmasida ro‘yxatdan o‘tish tartibi 09-25.
Jurnal 1999-yildan chop qilina boshlagan va OAK ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR **R. I. XALMURADOV, t.f.d. professor**
BOSH MUHARRIR O‘RINBOSARLARI: **H.A. XUSHVAQTOV, f-m.f.d., dotsent**
A. M. NASIMOV, t.f.d., professor

TAHRIRIYAT KENGASHI:

SH.A.ALIMOV - O‘zFA akademigi
M.X.ASHUROV - O‘zFA akademigi
S.N.LAKAYEV - O‘zFA akademigi
M.M.MIRSAIDOV - O‘zFA akademigi
A.S.SOLEEV - f.-m.f.d., professor
I.A.IKROMOV - f.-m.f.d., professor
B.X.XO‘JAYAROV - f.-m.f.d., professor
A.G.YAGOLA - f.-m.f .d., professor (Moskva davlat universiteti, Rossiya)
I.I.JUMANOV - f.-m.f .d., professor
X.X.XUDOYNAZAROV - t.f.d., professor
A.X.BEGMATOV - f.-m.f .d., professor
Yu.S.VOLKOV - f.-m.f .d., professor (Novosibirsk davlat universiteti, Rossiya)
N.N.NIZAMOV - f.-m.f.d., professor
L.SABIROV - f.-m.f .d., professor
A.JUMABOYEV - f.-m.f .d., professor
MASLINA DARUS - Malayziya milliy universiteti professori, Malayziya
ALBERTO DEL BIMBO - Florensiya universiteti professori, Italiya

Obuna indeksi – yakka tartibdagi obunachilar uchun **- 5583,**
tashkilot, korxonalar uchun **- 5584**

MUNDARIJA / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

MATEMATIKA / МАТЕМАТИКА / MATHEMATICS

Absalamov A.T., Ziyadinov B.A.
On one of the family of evolution operators..... 4-9
Хасанов Т.Г.
Задача Коши для Уравнения кортевега-де фриза с нагруженными членами и источником в классе быстроубывающих функций..... 10-19
Akramova D.I., Soleev A.
Newton polyhedra in estimates for the Fourier transform of characteristic functions and convolution operators..... 20-32
Alladustova I.U.
The number of eigenvalues of the discrete schrödinger operator associated to a system of two bosons on a lattice 33-38
Almuratov F.M.
Asymptotics for eigenvalues of schrödinger operator associated to one-particle systems on one dimensional lattice..... 39-46
Akhmadova M.O.
On the existence of roots of some matrix-type functions, estimates for the roots and their number 47-50
Akhmedov A.B., Kuldibaeva L.A., Kholmanov N.Y.
Modified non-classical theory of plate bending..... 51-57
Ибрагимов А.М., Неъматов А.Б.
Спектральные свойства оператора дирака с периодическим потенциалом на всей прямой 58-66
Ochilov Z.Kh.
Integral geometry problems with perturbation in the family of parabolas with a weight function of a special form..... 67-73
Икромов И.А., Сафаров А.Р., Вахобова Г.Б.
Об оценке тригонометрических интегралов с неполной квадратичной фазой..... 74-81
Собиров Ш.К.
Интегрирование нагруженного модифицированного уравнения кортевега-де фриза с самосогласованным источником интегрального типа в случае простых собственных значений..... 82-89

MEXANIKA / МЕХАНИКА / MECHANICS

Хужаёров Б.Х., Сайдуллаев У.Ж., Шадманов И.Э.
Численное решение осесимметричной задачи фильтрации суспензий с образованием упруго - пластического кейк-слоя..... 90-95

INFORMATIKA / ИНФОРМАТИКА / INFORMATICS

Nazarov F.M., Yarmatov Sh.Sh.
Artificial intellectual mechanisms in control systems and their application..... 96-105

FIZIKA / ФИЗИКА / PHYSICS

Jumabayev A., Xushvaqtov H., Absanov A., Sharifov G‘., Ernazarov Z., Odilova S.
Meta-ksilol va uning eritmalarida molekulalararo ta’sirlarni kombinatsion sochilish spektrlarida namoyon bo‘lishi..... 106-110
Кувандиков О.К., Ражабов Р.М., Шодиев З.М., Амонов Б.У., Сулайманов О.А., Ахтамов Ж.Ш.
Магнитные свойства редкоземельных хромоборатов $RCr_3(BO_3)_4$ (R=Dy, Ho) при высоких температурах..... 111-114
Ахмеджанов Ф.Р., Тугалов Ф.Б.
Характеристики акустических волн в кристаллах германата-лития…….. 115-118

Vapayev M.E., Sobirov B.R., Kamalov Sh.R., Davletov I.Y., Boltaev G.S.
Lazer nurlanishi ta'sirida mis sirtida hosil qilingan plazmasining optik xususiyati……. 119-124
Шаронов И.А., Алибеков А.С., Ахмедов Я.А., Салимов М.И., Сандибоев А.Н., Холматов А.
Нейтронно-активационный и гамма-спектроскопический анализ при исследовании некоторых объектов археометаллургии..... 125-138
Mamatqulov O.B., To'xtayev U.U., Tog'ayev B.S., Umirzaqov E.A., Amonova R.O'., Temirov Sh.S., Sayfiyev Sh.Sh., Qilichev A.Q.
Lalmi ekinlarining ayrim donli mahsulotlarida tabiiy ^{40}k radionuklidining to'planishini o'rganish……. 139-144
Mustafayev T.Sh., Axmedjanov F.R., Eshniyozov O.I.
Kvars kristallarida akustik to'lqinlarning so'nish anizotropiyasi……. 145-151
Mamatqulov O.B., Safarov A.N., To'xtayev U.U., Tog'ayev B.S., Umirzaqov E.A., Nurmurodov L.T., Amonova R.O'.,Yusupov M.N., Haydarov U.E., Sayfiyev Sh.Sh., Temirov Sh.S.
Samarqand viloyati Nurobod tumani ayrim hududlaridagi ichimlik suvlarining radioaktivligi 152-156
Рахматуллаев И.А., Чернега Н.В., Давронов М.Х., Хайдаров Х.С.
Одно- и двухфотонно-возбуждаемая люминесценция микропорошков диоксида титана при лазерном возбуждении……. 157-163
Ergashev K.E, Tojiyev R.I., Jurayev B.Sh., Shaymanov A.M., Boyqobilov T.I.
(16447) Vauban asteroidining optik kuzatuvlari va faza funksiyasi tahlili…… 164-170
Payzullayev A.N., Gafurova M.V., Allayev B.A., Tellyayev S.K., Mirzayev S.Z.
Nanosuyuqlikning qovushqoqligi va barqarorligining kremniy dioksidi nanozarrachalari chiziqli o'lchamiga bog'liqligi..... 171-175

Mualliflarga

UDK: 536.24

NANOSUYUQLIKNING QOVUSHQOQLIGI VA BARQARORLIGINING KREMNIY DIOKSIDI NANOZARRACHALARI CHIZIQLI O‘LCHAMIGA BOG‘LIQLIGI

A.N. Payzullayev, M.V. Gafurova, B.A. Allayev, S.K. Tellyayev, S.Z. Mirzayev
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Ion-Plazma va Lazer Texnologiyalari Instituti

Annotatsiya: Deionizatsiyalangan suvda o‘rtacha diametri 12 nm va 40 nm kremniy dioksidi nanozarrachalarining kontsentratsiyasi 0.5% va 3% massaviy ulushidagi namunalar ultratovushli dispergatorda dispersiyalandi. Hosil bo‘lgan nanosuyuqliklarning qovushqoqligi 304 K temperaturada eksperimental o‘rganildi va sedimentatsiya jarayoni nanozarrachalar chiziqli o‘lchamiga bog‘liq holda tadqiq qilindi. Natijalar tahliliga ko‘ra nanosuyuqlikning qovushqoqligi nanozarrachalar chiziqli o‘lchami kamayishi bilan ortib borishi kuzatildi.

Kalit so‘zlar: Nanosuyuqlik, nanosuyuqliklarning qovushqoqligi, kremniy dioksidi nanozarrachalari chiziqli o‘lchamiga bog‘liqligi, sedimentatsiya, deionizatsiyalangan suv.

Зависимость вязкости и стабильности наножидкостей от линейного размера наночастиц диоксида кремния

Аннотация: В деионизированной воде диспергировали наночастиц диоксида кремния в концентрации с массовой долей 0,5% и 3% и со средним диаметром частиц 12 нм и 40 нм используя ультразвуковой диспергатор. Исследованы реологические свойства полученных нанофлюидов при 304 К в зависимости от массовой концентрации и линейного размера наночастиц в жидкости. Анализ результатов показал, что вязкость наножидкости увеличивалась с уменьшением линейного размера наночастиц.

Ключевые слова: Наножидкост, вязкость наножидкостей, зависимость линейного размера наночастиц диоксида кремния, седиментация, деионизированная вода.

The dependence of the viscosity and stability of nanofluids on the linear size of silicon dioxide nanoparticles

Annotation: Silica nanoparticles were dispersed in deionized water at a concentration with a mass fraction of 0.5% and 3% and with an average particle diameter of 12 nm and 40 nm using an ultrasonic disperser. The rheological properties of the obtained nanofluids at 304 K were studied depending on the mass concentration and linear size of nanoparticles in the liquid. An analysis of the results showed that the viscosity of the nanofluid increased with a decrease in the linear size of the nanoparticles.

Keywords: Nanofluids, viscosity of nano-liquids, dependence of the linear size of silicon dioxide nanoparticles, sedimentation, deionized water.

Kirish. Nanosuyuqliklar tashuvchi suyuqlik va nanozarrachalardan tashkil topgan ikki fazali tizimdir [1,2]. Ular turli xil kimyoviy reaktorlar va zavodlarda, shu jumladan turli qurilmalarni sovutish, issiqlik ishlab chiqarish va tashishning yangi tizimlarini ishlab chiqishda, biotexnologiya, nanotexnologiya va mikroelektromexanik tizimlarda qo‘llanilmoqda. Yuqoridagi maqsadlardan tashqari ular yangi dori-darmonlar va kosmetika mahsulotlarini loyihalashda, dori vositalarini yetkazib berishda, turli xil ifloslantiruvchi moddalarni aniqlash, havo va suvni tozalash tizimlarini ishlab chiqishda, yangi moylash materiallari, bo‘yoqlar, laklar ishlab chiqarishda qurilish materiallari va boshqa sohalarda keng qo‘llaniladi [3]. Nanosuyuqliklarning qo‘llanilish potentsialidan to‘g‘ri foydalanish nanosuyuqliklarni tayyorlash usullariga bog‘liq. Nanosuyuqliklarni tayyorlashning ikkita

asosiy usuli mavjud bo‘lib, bu bir bosqichli va ikki bosqichli tayyorlash usullaridir. Bir bosqichli usulda to‘g‘ridan-to‘g‘ri asos (tashuvchi) suyuqlikda nanozarrachalarni bug‘latish jarayoni orqali amalga oshiriladi. Ikki bosqichli tayyorlash jarayoni, turli xil mexanik, fizik va kimyoviy yo‘llar bilan (maydalash, zol-gel boshqa usullar) yordamida hosil qilingan va tijoratda mavjud bo‘lgan nanozarrachalarni, asos suyuqligida nanozarrachalarni dispergatsiyalashdan iborat bo‘lib, bu usul keng qo‘llaniladi [4]. Odatda, boshqa usullarga qaraganda ultratovushli dispergatorlar suyuqlikda nanozarrachalarni dispergatsiyalash ularning aglomeratsiyasini kamaytirish uchun ishlatiladi. Barqaror dispersiya bu tajriba amaliyoti bilan bog‘liq bo‘lgan katta muammodir, chunki nanozarrachalar orasidagi kuchli Van der Vaals kuchi va boshqa ta'sirlar tufayli kukunlar osongina yig‘iladi ya'ni koagulyatsiyaga uchraydi. Bunday kamchiliklarga qaramay, dispergatorlar nanosuyuqliklarni xosil qilish va ishlab chiqarish uchun eng optimal usuldir. Koagulyatsiyaga moyilligi tufayli nanosuyuqliklar o‘zining issiqlik uzatish xossasini yo‘qotishi mumkin [5]. Shuning uchun uzoqroq muddatli barqaror bo‘lgan nanosuyuqliklarni olish muhim. Barqarorlik nanosuyuqliklarning fizikaviy xususiyatlarini o‘zgartirishi mumkin bo‘lgan asosiy muammo hisoblanadi. Nanosuyuqliklarning barqarorligini baholashning juda ko’p usullari mavjud, ulardan asosiylariga quyidagilar kiradi: ζ-potentsial tahlili usuli; spektral tahlil usuli; elektron mikroskopiya; yorug’likning dinamik sochilish usuli; vizual kuzatuv usuli. Bu ishda vizual kuzatuv usuli yordamida nanosuyuqlik barqarorligi tadqiq qilindi.

Nanosuyuqliklarning deyarli barcha qo’llanilishi oquvchanlik bilan bog’liq bo’lganligi sababli, qovushqoqlik ulardan foydalanishda hal qiluvchi omil hisoblanadi. Bu omil turli mamlakatlardagi ko’plab tadqiqot guruhlarini so’nggi yillar davomida nanosuyuqliklarning qovushqoqligini eksperimental o’rganish uchun tadqiqotlar o’tkazishga undadi [6-8]. Nanosuyuqliklarning qovushqoqligi nafaqat nanozarrachalar kontsentratsiyasiga, balki ularning chiziqli o’lchamiga ham bog’liq ekanligi aniqlandi. Nanosuyuqliklarning qovushqoqligi bo’yicha eksperimental ma’lumotlarni olish bir necha omillar bilan murakkablashadi: monodispers suspenziyalar xosil qilishdagi qiyinchiliklar, zarrachalar kontsentratsiyasini, chiziqli o’lchamlarni taqsimlashning bir xilligini, aglomeratsiyalangan zarrachalarning shakllanishini aniq o’lchashning turli uslubiy muammolari va boshqalar ushbu adabiyotlarda tahlil qilingan [8, 9-11].

Eksperimental qism. Ushbu tadqiqotda amorf va gidrofil kremniy dioksidi nanozarrachalaridan foydalanilgan. Nanozarrachalar AEROSIL®Fumed Silica (Germaniya) kompaniyasi tomonidan taqdim etilgan oq rangli kukun bo’lib, o’rtacha chiziqli o’lchami 12 nm va 40 nm, tozalik darajasi 98% iborat. Asos suyuqlik sifatida deionizatsiyalangan ultra toza suvdan foydalanildi.

Barqaror dispersiyani olish uchun deionizatsiyalangan suvda nanozarrachalarning dastlabki aglomeratsiyasini oldini olish uchun suspenziyalar 20 minut davomida 100 Vt va 22 kGs chastotada ishlaydigan ultratovushli dispergatorda (ultrasonic disintegrator type UD-11 automatic, Polsha) despersiyalandi.

O’rganilayotgan namunaning reologik xossalari Haake (Germaniya) kompaniyasining Reostres 600 avtomatlashtirilgan o’lchash qurilmasida o’rganildi. Ushbu uskuna yordamida nanosuyuqliklarning qovushqoqligining siljish tezligiga bog’liqligi o’rganildi. O’lchovlar siljish tezligi 900 s^{-1} dan 2000 s^{-1} gacha bo’lgan oralig’ida amalga oshirildi. Ko’rsatilgan siljish tezligi diapazoni o’lchovlari uchun xar bir qovushqoqlik spektri 600 sekund davomiyligida aniqlangan. Kuchlanish eng kichik qiymati 0,00523 Pa dan 1,536 Pa gacha amalga oshirildi. Namuna temperaturasi 31 ± 0.1^0C doimiy haroratda tashqi termostat yordamida saqlandi.

Natijalar va muhokama, Ushbu tadqiqotda nanosuyuqliklar tayyorlash jarayonida namunaning harorati xona haroratida (295 K) bo‘lgan. Bunda diametrlari 12 nm, 40 nm bo‘lgan amorf holatidagi SiO_2 nanozarrachalari olinib, uni deionizatsiyalangan suvga 0,5% va 3% massaviy

ulushlarda qo‘shib zarrachalar suvga to‘liq cho‘kib ketishi uchun 5 minut kutib, so‘ng hosil bo‘lgan aralashmani dispergatsiya qilindi. Nanosuyuqlik tayyorlashdagi birinchi qiladigan vazifamiz ultratovushli dispergatorning suspenziyaga optimal ta'sir vaqtini topishdir. Bunda nanosuyuqlik tayyorlashda dispergatsiya ta'sir vaqtining o‘zgarishi bilan agregatsiyalar chiziqli o‘lchami ham o‘zgardi natijada bu o‘zgarish nanosuyuqlik reologiyasiga ham ta'sir qilishi ko‘rsatilgan [12, 13]. Bundan oldingi tadqiqot natijalarimiz xulosasiga [14] va foydalanilgan adabiyotlar xulosasiga ko‘ra, dispergator namunaga despergatsiya qilish vaqti 20 minut rejimida qabul qildindi. Hosil bo‘lgan nanosuyuqliklarda sedimentatsiya jarayoni o‘rganilishi uchun shisha idishlarga solib qo‘yildi(1-rasm). Namunalarda 35 kun vaqt davomida vujudga keladigan o‘zgarishlar qayd etib borildi. Ushbu vizual kuzatish natijalariga ko‘ra, nanozarrachalarning chiziqli o‘lchami 40 nm nanosuyuqliklarda ko‘proq miqdorda cho‘kma hosil bo‘ldi. Masalan chiziqli o‘lchami 40 nm bo‘lgan kremniy dioksid nanozarrachalardan tashkil topgan nanosuyuqlik (0.5% massaviy ulush) shishaning 15 ml hajmini egalagan edi. 35 kun vaqt o‘tgandan keyin suyuqlikdagi nanozarrachalar agregatsiyasi va gravitatsiya ta'siri natijasida 1 ml cho‘kindi hosil bo‘ldi. Bu kuzatishlar natijasida kelgan xulosamiz quyidagilar: SiO_2 nanozarrachalaridan iborat nanosuyuqlik tayyorlash ya'ni dispergatorlar bilan ishlash jarayonida namunaga dispergatsiya ta'siri optimal vaqtini topish muhimdir; Nanosuyuqlik tayyorlashda nanozarrachalar chiziqli o‘lchami qancha kichik bo‘lsa sedimentatsiya jarayoni shuncha sekin kechadi.

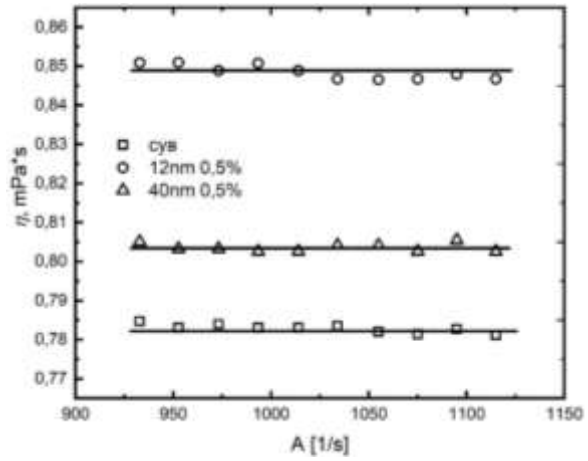


1-rasm. (a)-nanosuyuqlik tayyorlangandan keyingi holati (40 nm, 0.5% massaviy ulushda tayyorlangan). (b)-nanosuyuqlik tayyorlangandan 35 kun o‘tgandan keyingi holati.

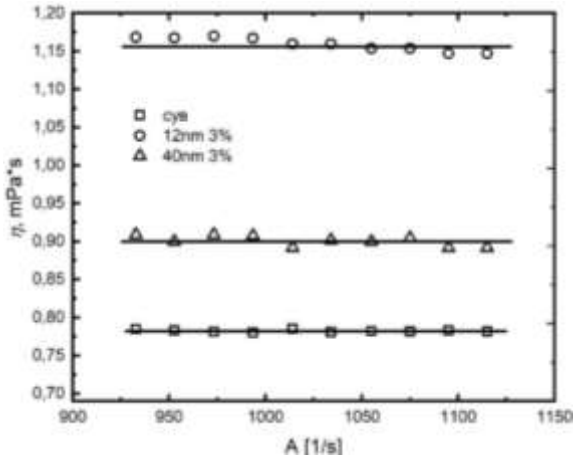
Uskuna aniqligini tekshirish uchun kremniy dioksidli nanosuyuqlikni qovushqoqlik koeffitsiyentini o‘lchashdan oldin deionizatsiya qilingan suvning qovushqoqligi 31^0C temperaturada o‘lchandi. Olingan qiymatlar turli adabiyotlarda olingan natijalar bilan taqqoslandi [15]. Toza suvning qovushqoqlik uchun o‘lchangan eksperimental qiymatlari adabiyotda [15] keltirilgan qiymatlariga yaqindan mos keldi. Tadqiqotlar [16] shuni ko‘rsatdiki, nanozarrachalarni qo‘shish asos suyuqlikning qovushqoqligini Nyuton yoki Nyuton bo‘lmagan xossaga o‘zgartiradi. Shuning uchun o‘rganishning birinchi vazifasi nanosuyuqlikning Nyuton yoki Nyuton bo‘lmagan xossasini aniqlash edi (2-rasm). Suyuqlikning Nyuton xossasini ifodalaydigan tenglama quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\tau = \eta A \qquad (1)$$

bu tenglamada τ-siljish kuchlanishi, η-qovushqoqlik koyeffitsiyenti va A- siljish tezligi. Natijalardan bizga ma'lum bo‘ldiki (2-rasm) siljish tezligining har qanday qiymatida nanosuyuqlikning dinamik qovushqoqligi o‘zgarmas qiymatga ega. Bundan ko‘rinadiki tadqiqotda o‘rganilgan nanosuyuqliklar (0.5% va 3% kontsentratsiyalarda ham) Nyuton qonunlariga bo‘ysunadi.



(a)



(б)

2-rasm. Nanosuyuqlik qovushqoqligining siljish tezligiga va nanozarracha kontsentratsiyasiga bog‘liqligi: (a) 0.5% massaviy ulush va (b) 3% massaviy ulush.

Xulosa qilib aytganda, eksperimental natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, nanozarrachalar chiziqli o‘lchami nanosuyuqlikning qovushqoqligi uchun muhim ahamiyatga ega. Zarrachalar chiziqli o‘lchami kichiklashsa, qovushqoqlik ortadi. O‘rganilayotgan suyuqlikning qovushqoqligiga bog‘liq bu natija suyuqlikdagi nanozarracha o‘lchamini baholash uchun ishlatish imkoniyatini beradi. Shu bilan birga nanosuyuqlik qovushqoqligining absolyut qiymati undagi nanozarrachalarning massaviy kontsentratsiyasiga ham bog‘liq ekanligi ushbu rasmlardan ko‘rinib turibdi. Misol uchun 12 nm li zarrachali namunalarning qovushqoqligi solishtirilganda kontsentratsiyasi 3% massaviy ulushdagi namunaning qovushqoqligi, 0,5% massaviy ulushdagi namunaning qovushqoqligiga nisbatan 39 % ortganini ko‘rishimiz mumkin.

Xulosa. Olingan tadqiqot natijalari tahlilidan, nanozarralar o‘lchami kamayib borishi bilan nanosuyuqlikning qovushqoqlik koeffitsiyenti ortib borishi aniqlandi, xususan, tarkibida 12 nm SiO_2 nanozarrachalari bo‘lgan nanosuyuqlikning dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti asos suyuqlik sifatida olingan suvning qovushqoqlik koeffitsiyentiga nisbatan 1,1 marta katta ekanligi aniqlandi. Ushbu natija sferik zarralar uchun Stoks qonuni SiO_2 nanozarrachalari asosida tayyorlangan nanosuyuqliklar uchun o‘rinli ekanligini isbotladi. Zarrachalarning mavjudligi qattiq zarralar va suyuqlik o‘rtasidagi o‘zaro ta'sirning sirt maydonini oshiradi va bu esa o‘z navbatida o‘rganilayotgan namunadagi qovushqoqlikni ortishiga olib keladi. Shu bilan birga vizual kuzatuvdan 40 nm o‘lchamli nanosuyuqlikda 35 kundan so‘ng cho‘kma xosil bo‘lish jarayoni kuzatildi. Kremniy dioksidli nanosuyuqlikning qovushqoqligi va barqarorligini bir vaqtda o‘rganish nanozarrachalar chiziqli o‘lchami va nanosuyuqlikning barqarorligi xaqida tez va aniq xulosa olish imkoniyati mavjudligini

ko‘rsatdi. Natija nanosuyuqliklar reologik xossalarini boshqarishda kichik o‘lchamdagi nanozarralardan samarali foydalanish mumkinligini ko‘rsatdi. Qovushqoqlik koeffitsiyentining nanozarralar o‘lchamiga bog‘liq ravishda o‘zgarishiga olib keluvchi fizik jarayonlarning mexanizmlarini tushuntirish maqsadida nanozarrachalarning sirt xususiyatlaridan kelib chiqib qo‘shimcha tadqiqotlar olib borish talab etiladi.

Adabiyotlar

1. Das S. K, Choi S. U. S, Patel H. E. Heat transfer in nanofluids-a review, Heat transfer engineering, 2006, Vol. 27, №.10, C. 3-19.
2. Koca H. D. et al. Effect of particle size on the viscosity of nanofluids: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018, Vol.82, pp.1664-1674.
3. Eastman J. A, Choi S. U, Li S, Yu W, and Thompson L. J, Anomalously increased effective thermal conductivities of ethylene glycol-based nanofluids containing copper nanoparticles. Applied Physics Letters. Vol. 78, 2001, №6, pp.718–720.
4. Mahbubul I.M. Stability and dispersion characterization of nanofluid. In: Preparation, Characterization, Properties and Application of Nanofluid, 2019, pp.47–112.
5. Wei X, Zhu H, Kong T, Wang L. Synthesis and thermal conductivity of Cu_2O nanofluids, International Journal of Heat and Mass Transfer, 2019, Vol.52, №.19, pp. 4371-4374.
6. Mahbubul I.M, Saidur R, Amalina M.A. Latest developments on the viscosity of nanofluids. Int. J. Heat Mass Transf. 2012, Vol.55, pp. 874–885.
7. Hosseini S.Sh, Shahrjerdi A, Vazifeshenas Y. A review of relations for physical properties of nanofluids, Aust. J. Basic Appl. Sci. 2011, Vol. 5, №.10 pp. 417–435.
8. Rudyak V.Ya, Viscosity of nanofluids. Why it is not described by the classical theories, Adv. Nanopart. 2013, Vol. 2, pp. 266–279.
9. Rudyak V.Ya, Dimov S.V, Kuznetsov V.V, Bardakhanov S.P. Measurement of the viscosity coefficient of an ethylene glycol-based nanofluid with silicon dioxide particles. Dokl. Phys. 2013, Vol. 58, №.5 pp. 173–176.
10. Rudyak V.Ya, Dimov S.V, Kuznetsov V.V. About dependence of the nanofluid viscosity coefficient on the temperature and size of the particles. Tech. Phys. Lett. 2013, Vol. 39, №.17, pp. 53–59.
11. Ilyas S.U, Pendyala R, Marneni N. Stability of nanofluids. In: Korada V.S, Hamid N.H.B. (Eds.). Engineering Applications of Nanotechnology. Springer, Cham, 2017 pp. 1–31. Copyright 2017, Springer Nature.
12. Zhu H, Zhang C, Tang Y, Wang J, Ren B, and Yin Y, Preparation and thermal conductivity of suspensions of graphit e nanoparticles. ‖ Carbon, 2007, Vol.45, №.1, pp.226–228.
13. Mahbubul I.M, Saidur R, Amalina M.A. Latest developments on the viscosity of nanofluids. Int. J. Heat Mass Transf. 2012, Vol.55, pp. 874–885.
14. Payzullayev A.N, Gafurova M.V, Allayev B.A, Telyaev S.S, Mirzaev S.Z., Nanosuyuqlik tayyorlashdagi dispergatsya davomiyligining qovushqoqlikka ta`siri. «Yangi turdagi muqobil energiya manbalaridan foydalanishning innovatsion yechimlar va ulardan foydalanishda energiya tejamkor qurulmalarni qo’llash»- konferensiasi tezislari to’plami, 29-30 aprel 2022 yil, 183-186 b.
15. ASHRAE, handbook 1985 fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc. Atlanta, 1985.
16. Mirzaev S.Z, Egamberdiev K.B, Avdievich V.N, Trunilina O.V, Allaev B.A, Payzillaev A.N, Nematov V.F, Turgunboev A.Y. Ultrasonic and rheologic properties of cyclohexanol based nanofluids, Тезисы докладов международной коференции по «Роль одаренной молодежи в развитии физики», 26-27 март 2021 год, ст.172-174.