ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 4

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ANGREN KAOLINIDAN FOYDALANIB MIKROG'OVAKLI L-TIP ADSORBENTINI OLISH

B.A.Turabov

Andijon davlat texnika instituti assistenti

Annotatsiya. Maqolada Angren kaolinidan foydalanib, mikrog'ovakli adsorbentlar olish imkoniyatlari keltirib o'tilgan. Shuningdek adsorbent olishda kaolinning tarkibiy o'zgarishlari ham o'rganilgan. L adsorbentlarining olish sxemasi keltirilgan.

Kalit so'zlar: Angren kaolini, metakaolin, adsorbent, alyuminosilikat.

Аннотация. В статье представлена возможность получения микропористых адсорбентов с использованием ангренского каолина. Исследованы также структурные изменения каолина при экстракции адсорбентом. Представлена схема получения L-сорбентов.

Ключевые слова: Ангренский каолин, метакаолин, адсорбент, алюмосиликат.

Annotation. The article presents the possibility of obtaining microporous adsorbents using Angren kaolin. Structural changes in kaolin during extraction with an adsorbent were also studied. A scheme for obtaining L-sorbents is presented.

Keywords: Angren kaolin, metakaolin, adsorbent, aluminosilicate.

KIRISH.

Adsorbentlar tuzilishi bir qator strukturaviy va g'ovak-teksturali xususiyatlarga ega, masalan, har xil o'lchamdagi g'ovaklar, bo'shliqlar va kanallarning mavjudligi (ulьtramikrodan mezog'ovaklargacha), almashinuv kationlarining mavjudligi va turli xil moddalar sirtdagi faol markazlar, alohida qatlamlarga eksfoliatsiya qilish bilan interkalatsiya qilish imkoniyatini beradi [1]. Kristall o'lchami va morfologiyasi boshlang'ich mahsulot tarkibini (suv, ishqor yoki oksid nisbati), shuningdek, isitish sharoitlarini (isitish tezligi va harorat) sozlash orqali nazorat qilinadi. O'lchamlari nanometrdan mikrometrgacha bo'lgan disk shaklidagi L adsorbentlari haqida allaqachon xabardor qilingan [2, 7].

Mualliflar mikroto'lqinli isitish yordamida ham adsorbent sintezini sinovdan o'tkazishgan. Bugungi kunda mikroto'lqinli isitish zamonaviy organik sintez va nanozarrachalar va nanostrukturalarni ishlab chiqarishda qo'llanilayotgan usuldir. Bu usul, odatda, energiya sarfini kamaytirishga, sintez jarayonining unumdorligi, qayta qo'llash va atrof-muhitga zarar kamaytirishga yordam beradi [3, 4]. Mikroto'lqinli pech yordamida isitishning asosiy xususiyatlari harorat aniqligini nazorat qilish orqali issiqlikni bir hil taqsimlanishini ta'minlash mumkin. Bu esa, pech va namunalar ichidagi haroratning farqlanishini oldini oladi.

ISSN 3030-3907

Yuqoridagi usulda an’anaviy pechlar uchun oldingi adabiyotlarda keltirilgan optimal sharoitlarni bir qismi bo’lishi va ularni mikroto’lqinli isitish uchun qo’llash orqali L adsorbentining gidrotermal sintezini tavsiflashga qaratilgan [2]. Reaktsiya sharoitlarining (isitish tezligi, vaqt, harorat va turli sharoitlar) hosil bo’lgan kristallarning o’lchamiga, tuzilishi va kimyoviy xossalariga ta’siri o’rganilgan. Shunday qilib, L adsorbent [5] kristallari gel tarkibini va yuqorida aytib o’tilgan reaktsiya sharoitlarini qo’llash orqali sintez qilingan.

Tadqiqot ob’ekti va usullari. Odatda, adsorbentlarni laboratoriyada sintez qilish gidrotermik vositalar bilan amalga oshiriladi. Ushbu yondashuvda kremniy manbai, alyuminiy manbai va gidroksid manba yopiq tizimdagi suv bilan birlashtiriladi va avtogen bosim ostida isitiladi (50-250°S gacha). Gidrotermal reaktsiya amorf alyuminosilikatli aralashma va kristalli alyuminosilikatli aralashmasi adsorbentga bosqichma-bosqich aylanishi bilan tavsiflanadi. Bu jarayon bir necha soatdan bir necha kungacha davom etadi [6].

Olingan natijalar va muhokamalar. Amorf kremniy dioksid - alyuminiy oksid nanog’ovakli materiallar kimyo va neft-kimyo sanoatida metall va oksidli tizimlar uchun tashuvchi sifatida ishlatiladi. Ularning geterogen katalizda ishlatilishi, xuddi adsorbentlar kabi, kislota-ishqor xossalarining mavjudligi bilan bog’liq bo’lib, ular o’z navbatida katalizatorning faolligi va selektivligiga kuchli ta’sir ko’rsatadi. Zol-gel usuli odatda alyuminiyning silikat tuzilishiga qo’shilish darajasi va qo’shma strukturaning shakllanishiga qarab tartibsiz amorf alyuminosilikatlar yoki aralash oksidli tizimlarni ishlab chiqaradi. Adabiyotda katalizatorlar va keramika, oynalar va membranalar ishlab chiqarish uchun alyuminosilikatlarning zol-gel sintezi xillari bo’yicha ko’plab nashrlar mavjud. Silanlar, alyuminiy nitrat yoki alyuminiy xlorid kabi alyuminosilikat gellarning золь-гель sintezida alyuminiy va kremniyning an’anaviy manbalaridan tashqari kaolindan foydalanish mumkinligi isbotlandi. SiO2-Al2O3 sintezida alyuminiy alkooksidlaridan foydalanish alyuminiy va kremniy alkooksidlari faolligidagi katta farq bilan cheklanadi. Tetraetoksisilanning sekin gidrolizi uchun zarur bo’lgan suv miqdori alyuminiy gidroksidining tez cho’kishi uchun yetarli, alyuminiy va kremniy oksidlarining ikkita alohida fazasi Si-O-Al geterobondlari hosil bo’lmasdan kondensatsiyalanadi. Bu muammo bir necha usul bilan xal qilish mumkin. Birinchi holda, suvning minimal miqdori yoki undan past haroratlar yordamida butun tizimning gidrolizlanish tezligi sekinlashadi. Alyuminiyning gidrolizlanishini sekinlashtiruvchi vositalar, masalan, 2-metoksietanol yoki alyuminiy diketonatlarning hosil bo’lishiga olib keladigan murakkab xelatlashtiruvchi vosita, atsetilatseton ham qo’llaniladi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot ishida Respublikada mavjud bo'lgan Angren kaolinini alyuminosilikat manbai sifatida tanlab olindi. Uning tarkibiy qismi quyidagicha (1-jadval):

1-jadval.

Angren kaolinining kimyoviy tarkibi

Модда	Al_2O_3	CaO	Fe_3O_4	K_2O	MgO	Na_2O	P_2O_5	SiO_2	TiO	Boshqa moddalar
%	35,1	1,24	0,8	0,283	0,723	4,69	0,07	48,9	0,605	7,589

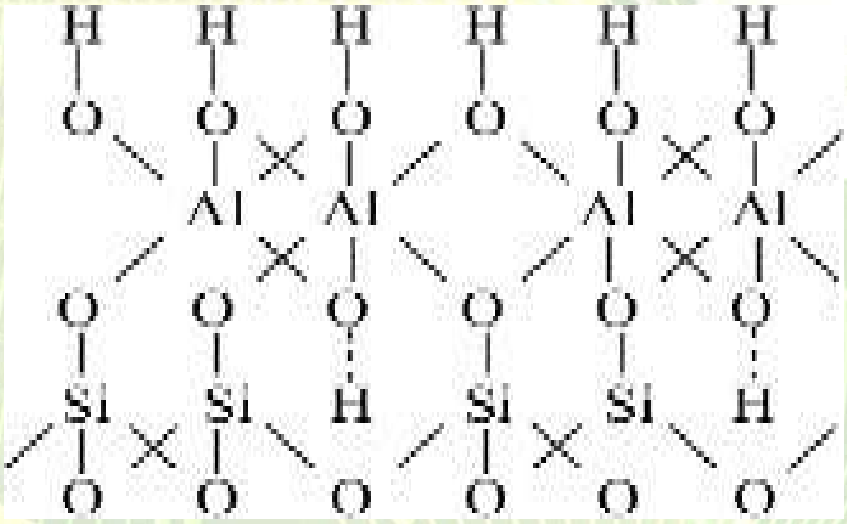
Kaolin tarkibi adsorbent sinteziga salbiy ta'sir qiluvchi qo‘shimcha birikmalardan tozalab olindi. Bunda, birinchi bosqichda, dastlab sulfat kislotaning 2% li eritmasidan va keyin xlorid kislotaning 5% li eritmalaridan foydalanildi. Bu jarayon 200^0C haroratda qizdirib olib boriladi. Ikkinchi bosqichda, esa 3% li natriy ishqori eritmasida 300^0C haroratda olib borildi (2- jadval).

2-jadval.

Tozalangan kaolin tarkibi

Modda	Al_2O_3	Na_2O	SiO_2	Fe_3O_4	Boshqa moddalar
%	38,4	5,5	54,6	0,1	1,4

Kaolin kristalli tabiiy alyuminosilikat bo‘lib, unda kremniy oksidining alyuminiy oksidiga molyar nisbati 1,0 - 1,15 ni tashkil qiladi. Kaolin kremniy-kislorodli tetraedr va alyuminiy-kislorod oktaedrlarining takroriy qatlamlari natijasida hosil bo‘lgan qatlamli tuzilishga ega (1-rasm).



1-rasm. Kaolin strukturasi.

Havoda qizdirilganda kaolin bir necha o‘zgarishlar bosqichidan o‘tadi. Birinchi, 550- 650°C haroratda endotermik suvsizlanish tufayli metakaolinning (alyuminiy disilikat), tartibsiz (amorf) fazasi hosil bo‘ladi. Metakaolinning tuzilishi bu amorf kremniy va alyuminiy oksidlarining aralashmasidir.

ISSN 3030-3907

Metakaolin 925°C gacha termik barqaror. Yuqori haroratda u amorf holatidan kristall holatga, ya'ni nuqsonli alyuminosilikat shpineliga aylanadi. Qizdirish haroratining 1050°C gacha ko‘tarilishi shpinelning mullit va kristobalitga aylanishiga olib keladi.

Quyida kaolinning termal o‘zgarishlar diagrammasi keltirilgan;

$$Al_2Si_2O_5(OH)_4 \xrightarrow{550\text{-}650^oC} 2Al_2Si_2O_7 + 4\,H_2O$$

$$2Al_2Si_2O_7 \xrightarrow{925\text{-}950^oC} Si_3Al_4O_{12} + SiO_2$$

$$3Si_3Al_4O_{12} \xrightarrow{1050^oC} 2Si_2Al_6O_{13} + 5SiO_2$$

Adsorbentlarning adsorbsion xossalarini o‘rganish strukturaviy tavsiflash va amaliy qo‘llash imkoniyatlari haqida foydali ma'lumotlarni beradi. Adsorbsion o‘lchovlar yordamida ma'lum bir adsorbentning tuzilishi bilan bog‘liq bo‘lgan turli omillar (masalan, kanal o‘lchamlari, g‘ovak hajmi, kation joylashuvi va boshqalar) bo‘yicha ma'lumotlarni olish mumkin.

L markadagi adsorbentlarda turli moddalar adsorbsiyasini o‘rganish alohida qiziqish uyg‘otadi. Ushbu adsorbentlar adsorbsiyasi strukturada mavjud bo‘lgan kationlar turi va soniga bog‘liq. Adsorbsiya joylari orasidagi bo‘shliq katta bo‘lganligi sababli, adsorbent adsorbsiya hatti-harakatlarini modellashtirish uchun qulaydir. L markadagi adsorbentlardan asosan gazlarni zararli aralashmalardan tozalash, moddalarni ajratish uchun ishlatiladi.

Adsorbentlardagi kanallar va bo‘shliqlarning maksimal o‘lchamlari 1-1,5 nm ga yetishi mumkin. Karkasning alyuminiy-kislorodli tetraedrlarining manfiy zaryadlarini qoplaydigan gidroksidi va ishqoriy yer metallar kationlari kristall panjaraning bu bo‘shliqlarida joylashgan bo‘lib, ular hajmining nisbatan kichik qismini egallaydi. Adsorbentlar alyumosilikat gellarining gidrotermal kristallanishi (asoslar asosida alyuminiy va kremniy oksidlari eritmalarini aralashtirish) natijasida hosil bo‘ladi.

Tabiiy kaolindan tayyorlangan adsorbentlarda kaolin tarkibidagi Fe, Ti, Mn, Ca, Mg, Ni kabi begona elementlar borligi tufayli sintez qilishda birmuncha qiyinchiliklar yuzaga keladi. Chunki bu elementlar adsorbentning qattiqligi va katalitik xususiyatlariga, shuningdek, ishlab chiqarish unumdorligiga salbiy ta'sir ko‘rsatishi mumkin.

Kaolin odatda 500-900°C gacha bo‘lgan haroratda ishlov berilgandan keyin ishlatiladi. Unga ishlov berganda metakolinda ko‘proq reaktiv faza, suv chiqib ketishi bilan AlO_6 oktaedr strukturasining kamroq qismi saqlanib qoladi. Tadqiqot natijasida mahalliy tabiiy kaolindan NaXL adsorbenti sintez qilindi. Alumosilikat asosidagi material (NaX tip zeolit) sintezi bosqichlari ko‘rsatilgan. Texnik glinozemdan γ-Al_2O_3 va kaolindan metakaolin olinib, ular 12% NaOH eritmasi bilan aralashtirilib alumosilikatli aralashma hosil qilinadi. Aralashma 1:2 nisbatda

ISSN 3030-3907

60°C da 24 soat davomida aralashtirilib gel hosil qilinadi. Hosil bo‘lgan massa distillangan suvda yuvilib, filtrlanadi va 75–120°C da quritiladi. So‘ng material avtoklavda 140–250°C da 48 soat davomida gidrotermal ishlovdan o‘tkaziladi. Natijada NaX tipidagi kristall zeolit olinadi.

Buning uchun dastlabki bosqichda kaolinga 900oC gacha bo‘lgan haroratlarda ishlov berildi va metakaolin olindi. Metakaolin tarkibiy mollar nisbati – (SiO2/Al2O3)=3:1 ni olish uchun NaOH eritmasi va γ – Al_2O_3 eritmasi bilan aralashtirildi. Reaksiya aralashmasi uchun ($NaOH/Al_2O_3$)=1,1:1 va (H2O/NaOH)=8:1 nisbatli birikmalar ishlatildi. Olingan namuna 60–350ºC harorat oralig‘ida 24 soat davomida yopiq idish hamda avtogen bosimda ishlov berildi. Mexanik va kimyoviy ishlov berish orqali faollashtirilgan kaolindan adsorbent NaXL eritmasi olindi. Olingan eritma muhitini neytrallash uchun distillangan suvda chayildi va eritma 48 soat davomida 120ºC haroratda quritildi.

Xulosa. Mahalliy Angren kaolinidan foydalanib, kremniy va alyuminiy oksidli mikrog‘ovakli adsorbentlar olish uchun xom ashyo bazasini tadqiq qilindi. Boyitilgan AKF- 78 markali Angren kaolini va glinozemdan foydalanib mikrog‘ovakli adsorbent olishning usullari tanlandi. Mikrog‘ovakli adsorbent olish uchun gidrotermal usuldan foydalanish kremniy va alyuminiyni biri biriga bog‘lashda qulay sharoit hisoblanadi.

ADABIYOTLAR

1. Бушаев Ю.Г. Цеолиты. Компьютерное моделирование цеолитных материалов: учебное пособие / Ю.Г. Бушаев. - Иваново: ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет», 2011. – 225 с.
2. Zabala A., Brühwiler D., Ban T., Calzaferri G. Synthesis of zeolite L. Tuning size and morphology. Monatschefte für Chemie. 2005;136:77-89. DOI: 10.1007/s00706-004-0253-z.
3. Tompset GA, Conner WC, Yngvesson KS. Microwave synthesis of nanoporous materials. Chemphyschem. 2006;7:296-319. DOI: 10.1002/cphc.200500449
4. Bilecka I, Niederberger M. Microwave chemistry for inorganic nanomaterials synthesis. Nanoscale. 2010;2:1358-1374. DOI: 10.1039/B9NR00377K
5. Marthnez-Marthnez V., Garcha R., Sola-Llano R., Gymez-Hortigela L., Sola-Lano R., Prez-Pariente J., Lypez- Arbeloa I. Highly luminescent and optically switchable hybrid material by one-pot encapsulation of dyes into MgAPO-11 unidirectional nanopores. ACS Photonics. 2014;1:205-211. DOI: 10.1021/ph4000604

ISSN 3030-3907

6. Xu, S.L.; Yun, Z.; Feng, Y.; Tang, T.; Fang, Z.X.; Tang, T.D. Zeolite Y nanoparticle assemblies with high activity in the direct hydration of terminal alkynes. RSC Adv. 2016, - v. 6, p. 69822–69827. [CrossRef].
7. Lupulescu AI., Kumar M., Rimer JD. A facile strategy to design zeolite L crystals with tunable morphology and surface architecture. Journal of the American Chemical Society. 2013;135:6608-6617. DOI: 10.1021/ja4015277.

ISSN 3030-3907