

**Jizzax politexnika instituti Kimyo kafedrası mudiri Kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent Xakberdiyev Shuxrat Mahramovich taqrizi ostida**

**Pardaev Otabek To'xtamishovich , Abdurahmonov**

**Eldor Baratovich ,**

**Normamatov Abdujabbor Mamatraimovich**

+998975356281a

+998974018510b

+998990733536c

E-mail: [abdujabbornormamatov@gmail.com](mailto:abdujabbornormamatov@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0003-1681-4404>

---

## **ANGREN SERIY TABIIY KAOLIN GILLARIDAN PAST HARORATLI GIDROTERMİK USULDA NAX SEOLITINING SINTEZI**

**Annotatsiya:** NaX seolitlari eng qimmatli sintetik seolitlardan biri bo'lib, sanoatda ion almashinadigan materiallar, katalizatorlar va adsorbentlar sifatida keng qo'llaniladi. Shuning uchun uni arzon va ekologik toza xom ashyolardan sintez qilishning tejamkorroq usulini tanlash kerak. Yaxshi kristallikka ega kaolindan NaX seolitini olish. Bu uchun Angren konidan uchta tanlangan joydan namunalar (Ik, Ok va Ka) olingan. Tanlangan kaolinit gillari (Ik, Ok va Ka) dastlab toza kukunlarni (75 mkm) o'lchov birligi olish uchun ehtiyotkorlik bilan boyitilgan. Qayta ishlangan kaolinit gil kukunlari keyin mufel pechida qizdirildi 800 °C haroratda 3,5 soat davomida, 10 °C / mint isitish tezligi bilan. Kaolinit gillarining tegishli metakaolinlarga aylanishi. Keyin hosil bo'lgan metakaolinlar NaOH eritmalari bilan har xil darajada reaksiyaga kirishdi past harorat yordamida mos ravishda 3,0 va 4,0 M konsentratsiyalari NaX seolit kukunlarini ishlab chiqarish uchun gidrotermal transformatsiya. Olingan seolitlar skanerlash 134 ispersi mikroskopiya (FESEM), energiya 134 ispersive spektroskopiya (EDS) va infraqizil yordamida tahlil qilindi.

Furye transformatsiyasi spektroskopiyasi (FT-IR). Natijalar shuni ko'rsatdiki, seolit NaX gidroksisodalit (HS) aralashmasidan ishlab chiqariladi, EDS esa mavjudligini aniqladi Si, Al, O va Na odatda NaX seolitining kimyoviy tarkibiy qismlarini ko'rsatadi. Shunday qilib, barcha sinovdan o'tgan kaolinit gillari kremniy va alyuminiyning arzonroq manbai sifatida NaX seolitini ishlab chiqarish uchun javob beradi.

**Kalit so'zlar:** NaX seolitlari, kaolinit gillari, gidroksisodalit, gidrotermal transformatsiya.

**Аннотация:** Цеолиты NaX являются одними из наиболее ценных синтетических цеолитов и широко используются в промышленности в качестве ионообменных материалов, катализаторов и адсорбентов. Поэтому необходимо выбрать более экономичный путь его синтеза из дешевого и экологически чистого сырья. Получение цеолита NaX из каолина с хорошей кристалличностью. Для этого были отобраны пробы (Ik, Ok и Ka) из трех выбранных мест Ангренского месторождения. Отобранные каолиновые глины (Ik, Ok и Ka) первоначально тщательно обогащались до получения мелких порошков (75 мкм) единичного размера. Обработанные порошки каолиновой глины затем нагревали в муфельной печи при температуре 800°C в течение 3,5 часов со скоростью нагрева 10°C/мин. превращение каолиновых глин в соответствующие метаксаолиты. Полученные метаксаолиты затем подвергали взаимодействию с растворами NaOH различной степени с использованием низкотемпературной гидротермальной трансформации с получением порошков цеолита NaX с концентрацией 3,0 и 4,0 М соответственно. Полученные цеолиты анализировали методами сканирующей электронной микроскопии (FESEM), энергодисперсионной спектроскопии (EDS) и инфракрасного излучения.

Спектроскопия с преобразованием Фурье (FT-IR). Результаты показали, что цеолит NaX производится из смеси гидроксисодалита (HS), а ЭДС выявил присутствие Si, Al, O и Na, что указывает на типичные химические составляющие цеолита NaX. Таким образом, все испытанные каолиновые глины пригодны для производства цеолита NaX как более дешевого источника кремния и алюминия.

**Ключевые слова:** цеолиты NaX, каолиновые глины, гидроксисодалит, гидротермальное превращение.

**Abstract:** NaX zeolites are one of the most valuable synthetic zeolites and are widely used in industry as ion exchange materials, catalysts and adsorbents. Therefore, it is necessary to choose a more economical route for its synthesis from cheap and environmentally friendly raw materials. Preparation of NaX zeolite from kaolin with good crystallinity. For this purpose, samples (Ik, Ok and Ka) were taken from three selected locations of the Angren field. Selected kaolinite clays (Ik, Ok and Ka) were initially carefully enriched to obtain fine powders (75  $\mu\text{m}$ ) of unit size. The treated kaolinite clay powders were then heated in a muffle furnace at 800°C for 3.5 hours at a heating rate of 10°C/min. transformation of kaolinite clays into the corresponding metakaolins. The resulting metakaolins were then reacted with varying degrees of NaOH solutions using low-temperature hydrothermal transformation to produce 3.0 and 4.0 M NaX zeolite powders, respectively. The resulting zeolites were analyzed by scanning electron microscopy (FESEM), energy dispersive spectroscopy (EDS) and infrared radiation.

Fourier transform spectroscopy (FT-IR). The results showed that NaX zeolite is produced from a mixture of hydroxysodalite (HS), and EDS revealed the presence of Si, Al, O and Na, indicating the typical chemical constituents of NaX zeolite. Thus, all tested kaolinite clays are suitable for the production of NaX zeolite as a cheaper source of silicon and aluminum.

**Key words:** NaX zeolites, kaolinite clays, hydroxysodalite, hydrothermal transformation.

**1. Kirish** Seolitlar mikrog'ovaklarning katta guruhidan biridir, kristalli va suvli ishqoriy tuproq aluminosilikatlari  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  dan iborat noyob uch o'lovchi strukturaviy ramkaga ega bo'lgan metallar umumiy kislorod va  $[\text{AlO}_4]^{5-}$  bilan bog'langan tetraedral birliklar [12]. Seolitlar bir qator sanoat dasturlarida foydalanishni mumkin, masalan neftning katalitik krekingi, oqava suvlarni tozalash, ion almashtirgichlar, quritish kabi qiladi gazlar va suyuqliklar, sanoat chiqindi suvlari va chiqindilarni tozalash va boshqalar uning sintezi sanoat uchun mos shakllarda juda tegishli [1]-[4]. Hozirda ularning 50 ga yaqini aniqlangan tabiiy seolitlar va 150 dan ortiq sintetik seolitlar ma'lum [5], [6]. Ilgari faqat ishlatilgan tabiiy seolitlar, lekin yaqinda sintetik seolitlar ko'pincha kristallining tozaligi tufayli tijorat maqsadlarida afzal ko'rilmogda ishlab chiqarishga olib keladigan mahsulotlar va zarracha o'lchamlarining bir xilligi nihoyatda takrorlanishi mumkin bo'lgan maxsus tayyorlangan seolitlar [2], [7]. Bu partiyalar orasida NaX seoliti katta sanoat ahamiyatiga ega molekulyar saralashning ajoyib xususiyatlari tufayli, ion almashinuv va adsorbsiya [1]. Ma'lumki, sintetik seolitlarni ishlab chiqarish bilan xom ashyo sifatida kimyoviy toza manbalardan foydalanish silika va alyuminiy juda qimmat. Natijada gil minerallari, sanoat shlaklari, yonish kullari, qattiq maishiy chiqindilar va boshqalar kabi arzonroq kremniy va alyuminiy manbalari. va hokazolar doimiy ravishda istiqbolli boshlang'ich materiallar sifatida tekshiriladi [8], [9] natijalari. Seolit sinteziga ta'sir etuvchi hal qiluvchi omillar turlari Si/Al nisbati, harorat, gidrodinamika, reaksiya vaqti va ishqoriylik [2]. Si/Al molyar nisbati deyarli bolgan kaolinit gil 1 ga teng, NaX seolit ishlab chiqarish uchun mos xom ashyo hisoblanadi va mavjud afzalligi nisbatan arzonroq, keng tarqalgan va oson kirish mumkin [10].

Kaolinni kremniy oksidi va oksidi prekursori sifatida ishlatish NaX seolitini tayyorlashda alyuminiy 1970-yillarda boshlangan [2], [11] degidrossillangan kaolinning (metakaolin) va NaOH eritmasi O'shandan beri bir nechta urinishlar davom etmogda. Natijada kaolinit gil va metakaolin yordamida (degidrossillangan kaolin) A, NaA, Y, X, 4A, P tipidagi seolitlarni sintez qilish uchun butun dunyodan, gidroksisodalit va boshqalar keng ko'lamli adabiyotlarni keltirib chiqardi [7], [12]-[18]. Biroq NaX seoliti bilan sintez qilish uchun ilgari urinishlar amalga oshirilmagan Angren tabiiy kaolinit gillaridan foydalanib. Ushbu ishda NaX seoliti an'anaviy tarzda sintez qilingan, olingan kaolinit gillaridan foydalangan holda gidrotermik usul Angren konnidan uchta tanlangan joydan (Ik, Ok va Ka) olingan va turli konsentratsiyali natriy gidroksid eritmalari. Sintezlangan seolit mahsulotlari skanerlash elektron mikroskopiya va energiya dispersiv spektroskopiya (SEM) yordamida tahlil qilindi. EDS), Fure transform infraqizil spektroskopiya (FT-IR) va rentgen nurlari diffraksiyasi (XRD)

## 2. Materiallar va usullar

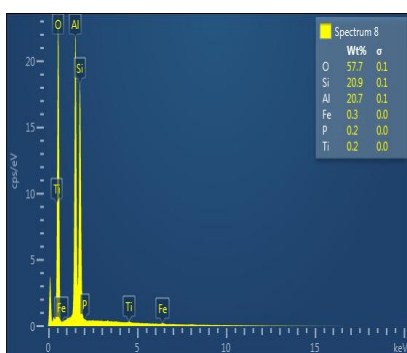
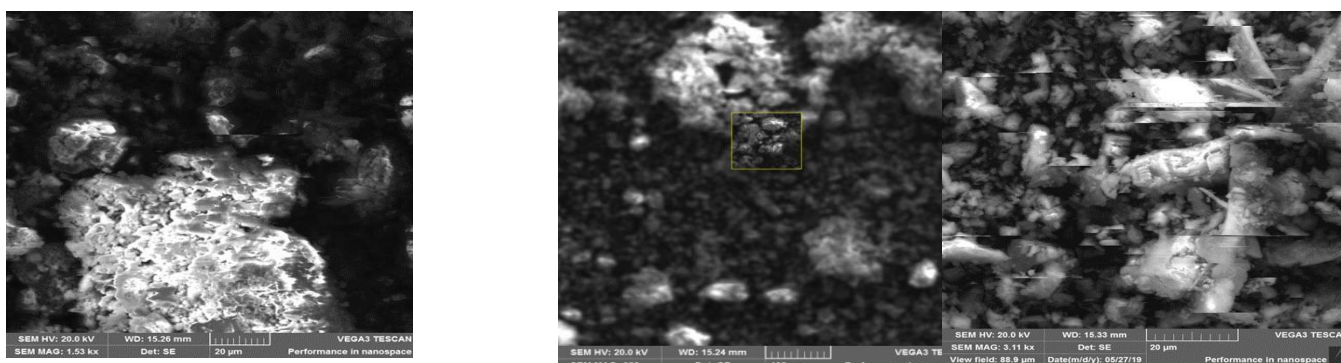
Ushbu tadqiqotda ishlatiladigan boshlang'ich materiallar Angren tabiiy kaolinit gillari va natriy gidroksid granularidir. Angren kaolinitidan ushbu tadqiqotda foydalanilgan gillar olingan Angren konnidan uchta tanlangan joydan, xususan: Ik (7,4991°N, 5,2319°E), Ok (7,272°N, 6,3465°E) va Ka (11,9313°N, 7,4138°E). Angren kaolini va natriy gidroksid granulari (98% tozaligi) ishonchli yetkazib beruvchidan olingan. Dastlabki holatda olingan kaolinit gillari edi mos ravishda  $\text{IK}_{\text{kaolin}}$  ( $\text{IK}_{\text{gil}}$ ),  $\text{OK}_{\text{kaolin}}$  ( $\text{OK}_{\text{gil}}$ ) va  $\text{KA}_{\text{kaolin}}$  ( $\text{KA}_{\text{gil}}$ ) deb belgilangan. Ushbu gillar organik moddalar va boshqa aralashmalarsiz yuqori toza loy olish uchun standart protseduralar

yordamida boyitilgan. Sof loylar keyin eziladi va keyin 75 mkm elakdan o'tkaziladi. Keyin kaolinitda mufel pechida gillar qizdirilgan (kuydirilgan). kaolinitni aylantirish uchun 3,5 soat davomida harorat 800°C ishlatiladigan tegishli metakaolinlarga gillar seolit olish. Bu ko'proq reaktiv fazani (amorf metakaolin) olish uchun amalga oshiriladi, chunki oldingi ishlar kaolin xom ashyosi yuqori ishqoriy sharoitda beqaror ekanligini ko'rsatdi va bu turli xil seolit materiallarining paydo bo'lishiga olib keladi [1]. Qayta ishlangan kaolinit gillari mos ravishda 1(a) - rasmda ko'rsatilgan.

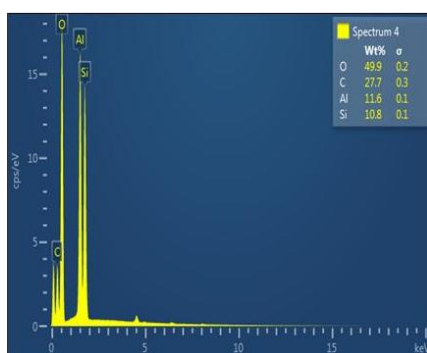


1(a)-rasm. Tozalangan kaolinit gillari (a)  $IK_{kaolin}$  (b)  $OK_{kaolin}$  (c)  $KA_{kaolin}$

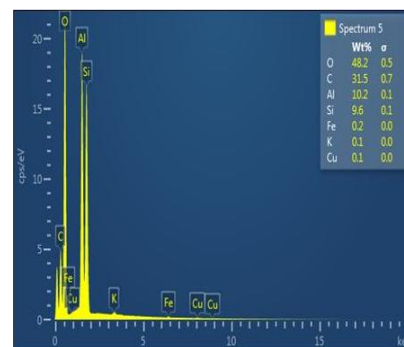
Olingan metakaolinlar  $IK_{kaolin}$  ( $Ik_{gil}$ ),  $OK_{kaolin}$  ( $Ok_{gil}$ ) va  $KA_{kaolin}$  ( $Ka_{gil}$ ). Biroq, bu ishda seolitning sintezi. Har bir kaolinit gil namunasidan metakaolinlar alohida navbati bilan 3,0 va 4,0 M turli konsentratsiyali natriy gidroksid (NaOH) eritmaları bilan aralashiriladi. Avval namunalarni diqqat bilan oling xona haroratida taxminan 10 daqiqa aralashiriladi to'g'ri homogenizatsiya uchun. Qattiq/suyuqlik nisbati ishqoriy eritmasiga metakaolinlar 1,0 g/25 ml ni tashkil etdi. Keyin reaksiyaga kirgan aralashmalardan olingan jellar xona haroratida 7 kun davomida qotib qolish uchun qoldirildi. Jellar qurib bo'lingandan so'ng, mos keladigan metakaolindan olinadi, keyin isitiladi.



(a)

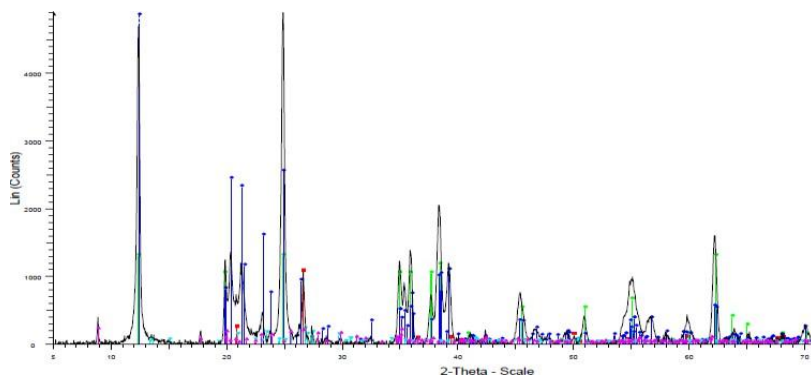
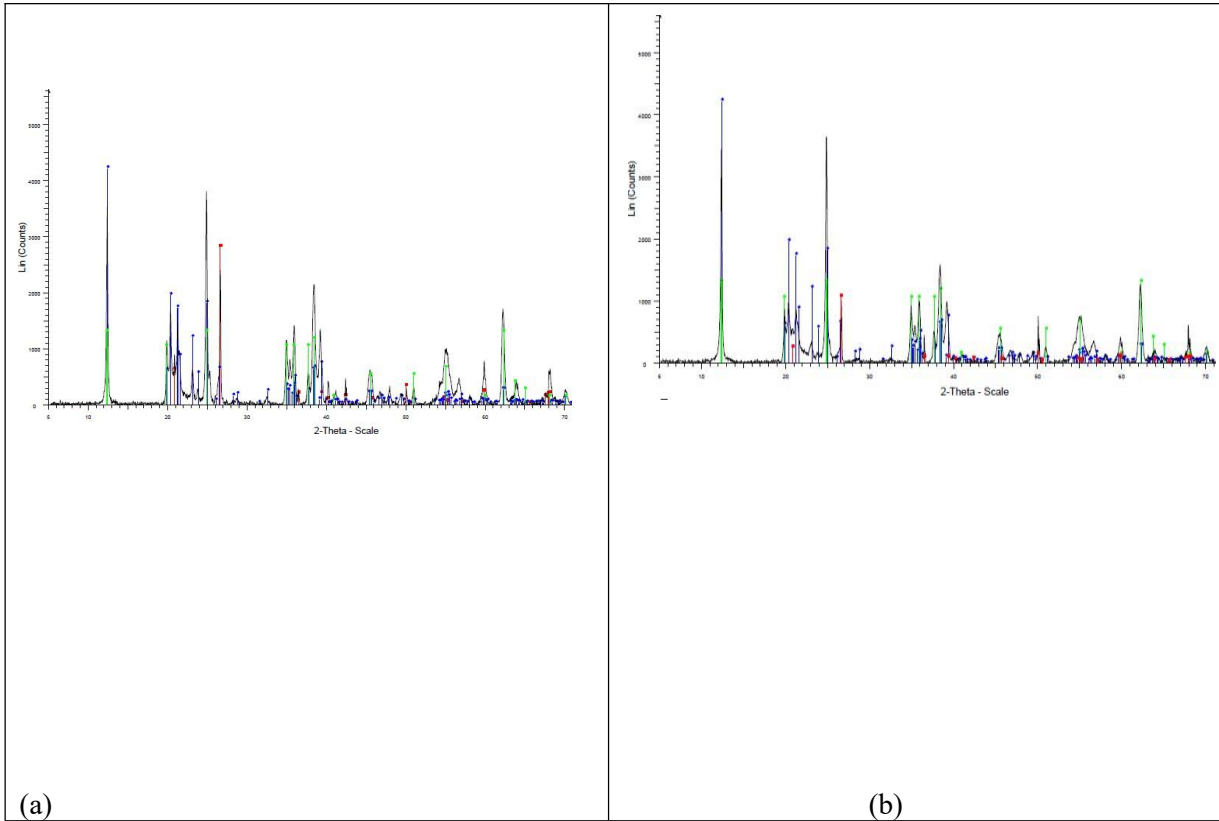


(b)

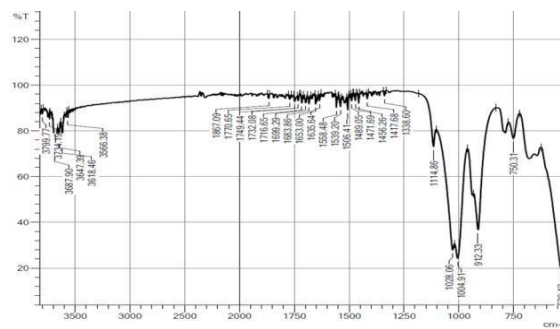
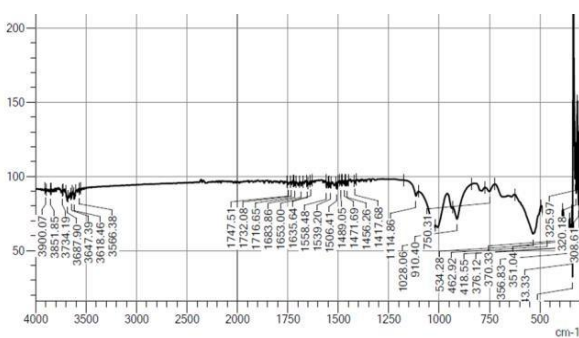


(c)

2-rasm  $IK_{kaolin}$  ( $Ik_{gil}$ ),  $OK_{kaolin}$  ( $Ok_{gil}$ ) va  $KA_{kaolin}$  ( $Ka_{gil}$ )



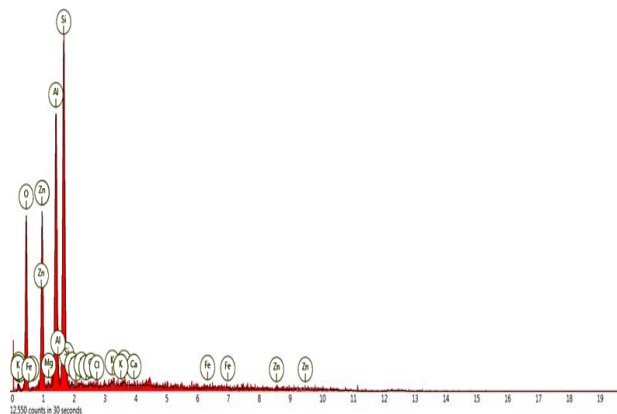
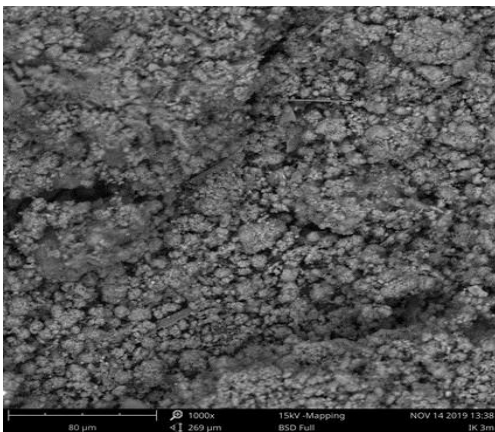
(c)



(a) (b)

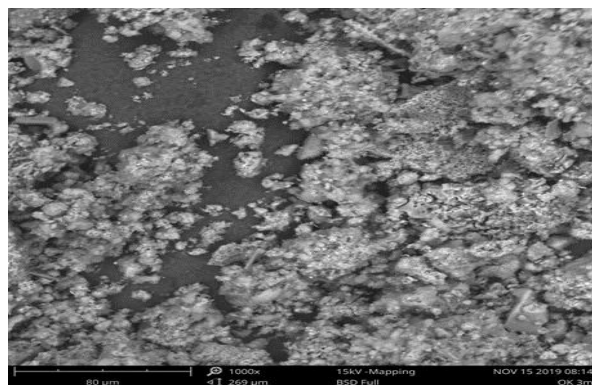
4-rasm (a) Ik loyi (b) Ok gilining tipik FT-IR spektrlari

**B. NaX seolit sintezi (Gidrotermik usul)** Ushbu tadqiqotda  $IK_{kaolin}$  dan olingan metakaolinlar ( $Ik_{gil}$ ),  $OK_{kaolin}$  ( $Ok_{gil}$ ) va  $KA_{kaolin}$  ( $Ka_{gil}$ ) kabi namunalar olindi. Biroq bu ishda seolitning sintezi. Har bir kaolinit gil namunasidan metakaolinlar alohida navbati bilan 3,0 va 4,0 M turli konsentratsiyali natriy gidroksid (NaOH) eritmalari bilan aralashiriladi. Avval namunalarni diqqat bilan kuzatildi, xona haroratida taxminan 10 daqiqa aralashiriladi to‘g‘ri homogenizatsiya uchun. Qattiq/suyuqlik nisbati ishqoriy eritmasiga metakaolinlar 1,0 g/25 ml ni tashkil etdi. Keyin reaksiyaga kirgan aralashmalardan olingan jellar xona haroratida 7 kun davomida qotib qolish uchun qoldirildi. Jellar qurib bo‘lingandan so‘ng, mos keladigan metakaolindan olinadi, keyin isitiladi. Gidrotermik va boshqalarning qabul qilingan usuli bo‘yicha 24 soat davomida 100°C da gidrotermik kristallanish. [19]. Sintezlangan seolitlar keyin uch marta distillangan suv bilan yuviladi, so‘ngra 83°C da 23 soat davomida quritiladi. C. Xomashyo va sintezlangan NaX seolitning xarakteristikasi.

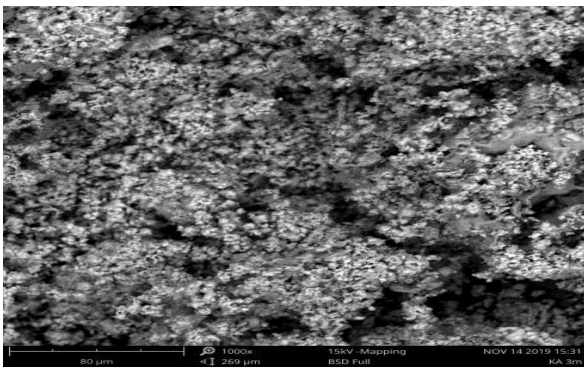
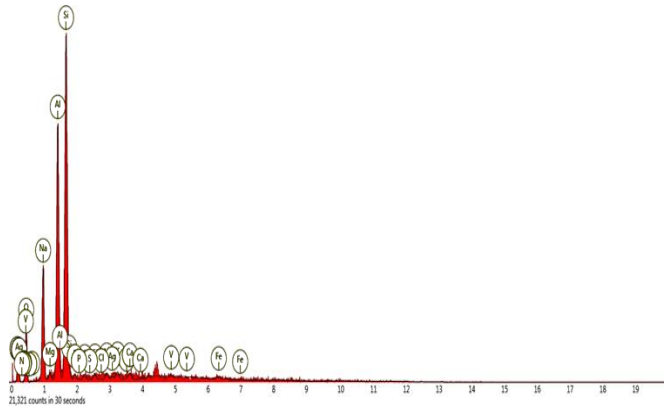


(a)

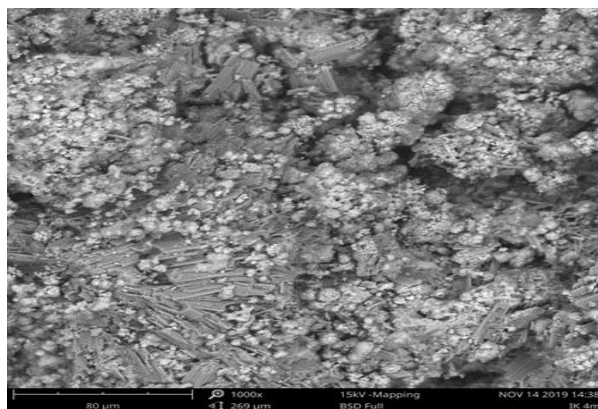
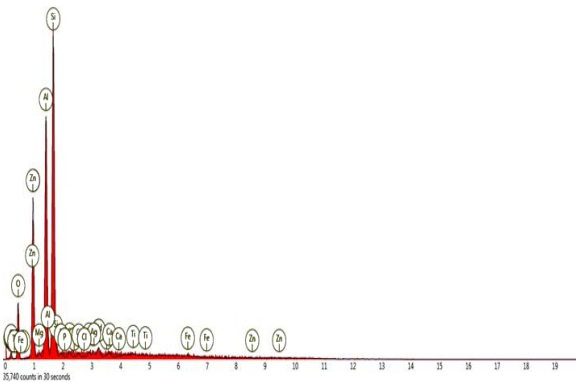
Element belgisi	Element nomi	Atom kontr\ya si	Og‘irligi kons.
O	Kislrod	37.62	28.45
Si	Kremniy	20.78	27.59
Al	Alyumniy	15.14	19.31
Na	Natriy	10.92	11.87
Fe	Temir	0.34	0.90
K	Kaliy	0.29	0.53
P	Fosfor	0.28	0.41
Cl	Xlor	0.13	0.22



Element belgisi	Element nomi	Atom kontr\yasi	Og'irligi kons.
Si	Kremniy	34.68	38.42
Al	Alyuminiy	22.19	23.62
O	Kislород	24.34	15.36
Na	Natriy	11.56	10.48
Fe	Temir	0.81	1.79
K	Kaliy	0.87	1.34
Cl	Xlor	0.64	0.89
P	Fosfor	0.67	0.81



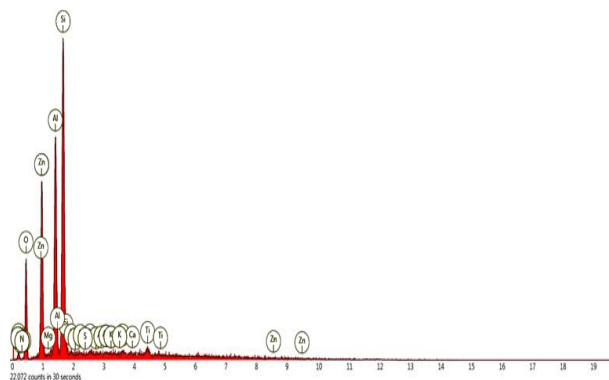
Element belgisi	Element nomi	Atom kontr\yasi	Og'irligi kons.
Si	Kremniy	27.20	32.60
Al	Alyuminiy	18.33	21.10
O	Kislород	22.84	15.59
Na	Natriy	12.41	12.17
K	Kaliy	0.60	0.99
P	Fosfor	0.46	0.61
Cl	Xlor	0.39	0.58
Fe	Temir	0.18	0.43



5-rasm (a) dan 3,0 M NaOH da sintezlangan

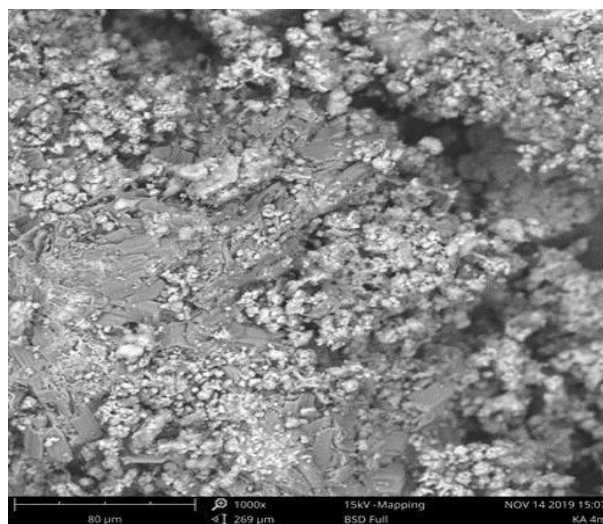
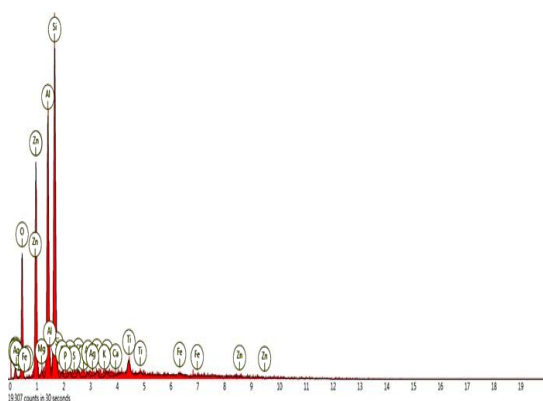
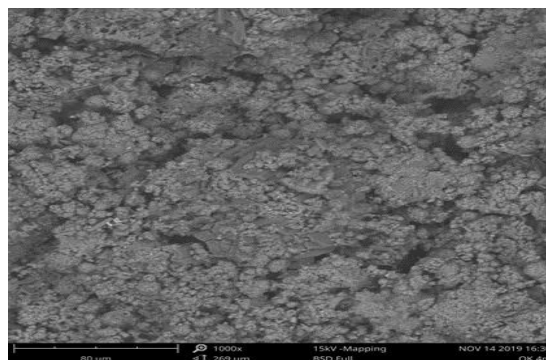
NaX seolitning SEM/EDS IK<sub>kaolin</sub> (b) OK<sub>kaolin</sub> (c) KA<sub>kaolin</sub>

Element belgisi	Element nomi	Atom kontr'yasi	Og'irligi kons.
Si	Kremniy	22.13	29.09
O	Kislrod	30.02	22.48
Al	Alyuminiy	14.29	18.05
Na	Natriy	13.52	14.54
P	Fosfor	0.35	0.51
Cl	Xlor	0.27	0.45
Ca	Kalsiy	0.20	0.37
K	Kaliy	0.00	0.00

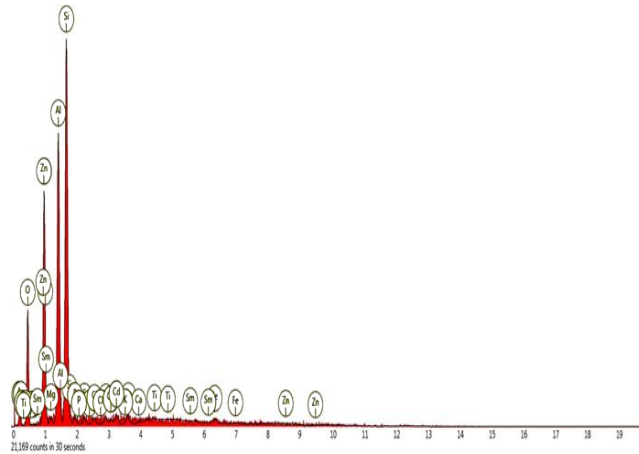


Element belgisi	Element nomi	Atom kontr'yasi	Og'irligi kons.
Si	Kremniy	18.79	24.72
O	Kislrod	32.23	24.15
Al	Alyuminiy	14.15	17.89
Na	Natriy	12.61	13.57
K	Kaliy	0.46	0.84
Cl	Xlor	0.48	0.79
P	Fosfor	0.42	0.60
Fe	Temir	0.23	0.60
Zn	Zux	0.00	0.00

(a)



Element belgisi	Element nomi	Atom kontr'yasi	Og'irligi kons.
Si	Kremniy	27.50	31.65
Al	Alyuminiy	19.00	21.00
O	Kislород	31.66	20.76
Na	Natriy	16.25	15.31
K	Kaliy	0.71	1.13
P	Fosfor	0.64	0.81
Cl	Xlor	0.48	0.70
Zn	Zux	0.00	0.00

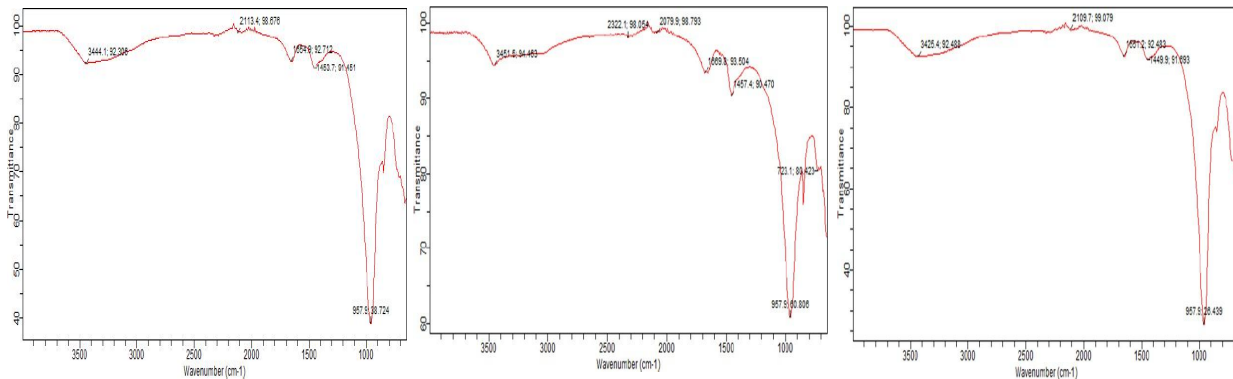


(c)

6-rasm (a) dan 4,0 M NaOH da sintezlangan NaX seolitning SEM/EDS IK<sub>kaolin</sub> (b) OK<sub>kaolin</sub> (c)

KA<sub>kaolin</sub>

Xarakterlash ishlov berilgan Angren kaolinit gillarida va amalga oshirildi ularni o'rganish uchun mos ravishda NaX seolitini sintez qilindi, xususiyatlar standart usullardan foydalangan holda. Kimyoviy tarkibi yuqori samarali energiya dispersiv spektr (EDS) yordamida o'rganildi, mavjud konsentratsiyalarni aniqlash uchun elementlardan sintezlangan NaX seolitning IQ spektrlari.



(a)

(b)

(c)

7-rasm. (a) IK<sub>kaolin</sub> (b) OK<sub>kaolin</sub> (c) K. Ak

Faza identifikatsiyasi rentgen nurlari difraktometri yordamida D8 Advanced Cu, Ca difraktometri bilan BRUKER AXS yordamida 5 dan 70 gacha skanerlash diapazonida 2 teta burchakda rentgen nurlari diffraksiyasi orqali aniqlandi. Morfologik xususiyatlar yuqori samarali skanerlash yordamida tekshirildi elektron mikroskopi (FESEM, Hitachi S-2460 N) ularning mikro tuzilishi xususiyatlarini baholash uchun. Molekulyar aloqalarni aniqlash Angren kaolinit gillari Fourier transform infraqizil spektroskopiyasi (Shimadzu FTIR - 4200) yordamida baholandi.

### 3. Natijalar va muhokamalar.



A. Boshlang'ich materiallarning xususiyatlari Shakl 2(a)–(c) tuzilishi va kimyoviy natijalarni ko'rsatadi. SEM/EDS yordamida uchta gilning tarkibi (mos ravishda Ik, Ok va Ka) va Shakl 3 (a) – (c) loylarning mineralogik tarkibiy qismlarini ko'rsatadi X-rentgen nurlari diffraksiya tahlili orqali. Shakllar 4 (a)- (b) ko'rsatilgan kaolinit gillarida mavjud bo'lgan funktsional aloqalar. 2(a)–(c) - rasmlardan ko'rinib turibdiki, uchta kaolinit gillari o'xshash qatlamli morfologiyaga ega bo'lib, kam miqdordagi aglomeratsiyaga ega bo'lsada, kaolinitga xos olti burchakli konturlarga ega. Bu xususiyat avvalgi ishlarda ham qayd etilgan [1, 20]. Biroq, EDS ma'lumotlariga ko'ra kimyoviy tarkibi kaolinit gillarining tipik elementlarini ko'rsatadigan Si, Al va O ning ustun cho'qqilari mavjudligini ko'rsatdi. 3(a) - rasmda

(c) X-nurlarining diffraksiya sxemasi shuni ko'rsatadiki, kaolinit har uch gilda ham asosiy mineral faza hisoblanadi, buni xarakteristikasi bilan tan olish mumkin.

Biroq mavjudligi kvarts, shuningdek, har uch gilning rentgen nurlari diffraksiyasi naqshlari bilan tasdiqlangan,  $KA_{kaolin}$  namunasi uchun muskovit tipidagi kichik aralashma kuzatiladi (3c - rasm). 4 (a) - (b) shakllarda FT-IR ko'rsatilgan spektrlardan ko'rinib turibdiki, uchta gil ham bir nechtasini ko'rsatdi o'xshash ulanish shakli va ma'nolari. 3687,9, 3618,46, 3647,39, 1114,86, 1028,06, 912,33 va 750,31  $cm^{-1}$  da kuzatilgan cho'qqilar kaolinitga xosdir [21]. Diapazonda yutilish chiziqlari kuzatiladi 3566,38 – 3687,90  $cm^{-1}$ . Al-O-H cho'zilishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin, 1028,06 va 1114,86  $cm^{-1}$  cho'qqilari esa Si-O cho'zilishi bilan bog'liq [22]. Shuningdek, deformatsiyaga – O-H ni 750.31, 910.4 va 912.33 da sodir bo'lgan chiziqlar bilan bog'lash mumkin. 1  $cm^{-1}$ , mos ravishda [23]. Shu bilan birga, bantlar 530,42 va 534,28  $cm^{-1}$  da kuzatilgan. shunga ko'ra, u Si- O -Al [23] ning cho'zilishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. 1417,68 - 1489,05  $cm^{-1}$  mintaqasida paydo bo'lgan chiziqlar karbonat o'z ichiga olgan minerallarning mavjudligini ko'rsatishi mumkin, bu ularning EDS spektrlari bilan tasdiqlangan [21].

Ishlatilgan namunalar aniq o'zgarishlarni ko'rsatdi materiallar (kaolinit gillari). NaOH ning ikkala konsentratsiyasida (3,0 va 4,0 M) sintezlangan NaX seolitning bir-biriga o'xshash biroz o'kuzatiladi. NaX seolitni o'ziga xos kubik morfologiyasi bilan aniqlash mumkin, ammo bu ishda olingan morfologiya NaX seolit kristallarining tartibsiz, lekin biroz sferik agregatlarini ko'rsatadi. Kub kristallari ehtimol, NaX seolit yuzasida o'sadigan gidroksisodalit (HS) paydo bo'lishidan oldin hosil bo'lgan. NaX seolitning yonida gidroksisodalitning paydo bo'lishi NaOH eritmasining konsentratsiyasiga bog'liq deb hisoblanadi [1]. Gidroksisodalit NaOH eritmasining yuqori konsentratsiyasida paydo bo'ladi, bu ishda kuzatilgan. (b) (bilan) K - kaolinit (ko'k, yashil), Q - kvarts (qizil), M - moskva (binafsha). 3-rasm. Loyning rentgen strukturaviy tahlili (a) Ik, (b) Ok, (c) Ka gil (A) (b) Guruch. 4. (a) Ik loyi, (b) Ok gilining tipik FT-IR spektrlari B. Sintezlangan NaX seolitning xarakteristikasi 1) O'xshashlikgi belgilar 5(a–c) va 6(a–c) rasmlarda faqat o'xshashlikgi ko'rsatilgan NaOH konsentratsiyasi mos ravishda 3,0 va 4,0 M bo'lgan sintezlangan seolit mahsulotlari. 4,0 M NaOH da NaX seolit kubik kristallari yuzasida gidroksisodalitga o'xshash kuzatiladi, bir-biriga kirib boruvchi egizaklikni ko'rsatish (6a, b, c-rasm). Odatda gidroksisodalit va NaX seolit fazalari orasida quyidagi hodisa kuzatiladi: NaX seolitining kubsimon kristallari yuzasida gidroksisodalit kristallari, kubsimon kristalli bilan gidroksisodalitning sharsimon sferoid tuzilishi agregatlari paydo bo'ladi. [1]. Bundan tashqari, NaOH konsentratsiyasi 3,0 dan 4,0 M gacha oshgani sayin, paxta to'pig'iga o'xshash sferoid morfologiyasi bilan ko'rsatilgan lefisferaning morfologiyasi ortib borishi kuzatiladi, bu natriy tarkibining ko'payishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

EDS spektrlari bilan tasdiqlangan. Kimyoviy tarkibi natijalari, EDS usuli bilan ko'rsatilgan Si, O, Al va Na cho'qqilari sifatida asosiy elementlar, shu bilan sintez qilinganligini tasdiqlaydi mahsulotlar NaX seolitdir. Bundan tashqari, natriy (Na) miqdori ishlatilgan NaOH konsentratsiyasining oshishi bilan ortib borishi kuzatilishi mumkin, bu natijada NaX seolit matritsada gidroksisodalit fazasi o'sishiga olib keladi. Shu bilan birga, Angren kaolinit gilidan ( $OK_{gil}$ ), ( $OK_{kaolin}$ ) sintez qilingan NaX seolit tarkibida gidroksisodalit fazasi kamroq bo'lgan.

2) FT-IR tahlili Shaklda. 7 (a - c) vakili IQ spektrlari taqdim etilgan mos ravishda 3,0 va 4,0 M NaOH konsentratsiyasida seolit mahsulotlarini sintez qildi.

da IQ spektrlari qayd etilgan to'lqin raqamlari 4000– 500  $cm^{-1}$ . Reprezentativ diagrammalar ishlatilgan, chunki barcha namunalar o'xshash naqsh va IR qiymatlarini ko'rsatdi. IQ spektrlaridan ko'rinib turibdiki, 750 - 650  $cm^{-1}$  oralig'ida kuzatilgan chiziq simmetrik T - O - T tebranishiga tegishli (bu erda T = Si yoki Al), bu NaX seolit uchun ma'lum qilingan qiymatlarga mos keladi. oldingi ish [25]. 4000-3000  $cm^{-1}$  oralig'idagi keng tarmoqli

seolitlar g'ovaklarida mavjud bo'lgan suv va amin molekularining gidroksil guruhining tebranish cho'zilishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin [26, 27],  $957\text{ sm}^{-1}$  da kuzatilgan chiziq esa  $1650\text{ sm}^{-1}$  da kuzatilgan. ni seolit suvi [1] bilan bog'lash mumkin,  $1450\text{ sm}^{-1}$  da kuzatilgan cho'qqilar esa, [26] tomonidan bildirilgan g'ovaklarda mavjud bo'lgan ortiqcha, HS bilan bog'liq. [25]. Biroq, chiziq alyumniy ufayli bo'lishi mumkin. Taxminan  $550\text{ sm}^{-1}$  chastotada kuzatilgan dastlabki zaif cho'qqini tashqarida tushuntirish mumkin NaX seolit [25].  $850\text{ sm}^{-1}$  da kuzatilgan IR cho'qqisi, shuningdek boshqalar [28] tomonidan xabar qilinganidek, NaX seolitiga xosdir.

#### **4. Xulosa**

Ushbu ishda sintez bo'yicha tadqiqotlar muvaffaqiyatli amalga oshirildi va NaX seolitining tabiatdan foydalangan holda xarakteristikasi Angrendan kaolinit gillari past haroratli gidrotermal usuli. NaX seolitining SEM/EDS va IR natijalariga asoslanib, faollashtirilgan metakaolinnlarning reaksiyaga kirishishi natijasida olingan;  $100^{\circ}\text{C}$  da turli konsentratsiyali NaOH eritmasi bilan mos keladigan kaolinit gillaridan olingan, quyidagi xulosalar chiqarilgan:

- Angrendan olingan kaolinit gillari hisoblanadi gidrotermaldagi prekursorlar uchun mos xom ashyo NaX seolit sintezi, bu ularning texnik imkoniyatlarini asoslaydi va seolitni sanoat ishlab chiqarish uchun tejamkor Kimyoviy materiallardan foydalanilgan.
- O'xshashlik baholash borligini ko'rsatdi NaX seolit matritsasi yuzasida gidroksisodalit (HS) o'sib boradi, EDS spektrlarida aniqlangan kimyoviy tarkib esa asosiy elementlarni ko'rsatadi.
- Sintezlangan mahsulotlar NaX seolit ekanligini tasdiqlovchi Si, Al, O, Na, va Cl ning mavjudligi HS fazasini tasdiqlaydi.
- Seoliti miqdori ortib borayotgan konsentratsiya bilan ortdi NaOH, HS fazasining oshishiga olib keldi, o'xshash sferoid tuzulishi bilan aniqlangan, bu NaX seolit fazasining pasayishini tushuntirishi mumkin, Shunday qilib, NaX seoliti uchun ma'lum bo'lgan kubik kristalli tuzulishi o'xshashligiga ko'rinishiga ta'sir qildi.
- HS fazasining paydo bo'lishi yoki ustunligini oldini olish uchun NaX seolit matritsasi, NaOH konsentratsiyasi bo'lmashligi kerak yuqori.
- IQ spektrlari natijalari shuni ko'rsatdiki, olingan cho'qqilar va to'lqin raqamlari NaX seolitning xarakteristikasi bo'lib, ular oldingi ishlar bilan ham tasdiqlangan.
- Keyingi ish uchun samaradorlikni baholash kerak kation almashinuvchi va adsorbent sifatida seolit mahsulotlarini sintez qildi.

#### **ADABIYOTLAR RO'YXATI**

- [1] G. Mousa, J.- Ch. Buhl, Synthesis and characterization of zeolite A by hydrothermal transformation of natural Jordanian kaolin, J. of the Assoc. of Arab Univ. for Basic and Appl. Sci. 15 (2014) 35 – 42.
- [2] D.W. Breck, Zeolites Molecular Sieves, Structure, Chemistry and Use. New York, John Wiley & Sons, 4 (1974) 771-780.
- [3] A.T. Chiang, K.J. Chao, Membranes and films of zeolite and zeolite like Materials, J. of Physics and Chemistry of Solids 62 (2001) 1899-1910.
- [4] S.M. Abegunde, K.S. Idowu, O.M. Adejuwon, T. Adeyemi-Adejolu, A review on the influence of chemical modification on the performance of adsorbents, Resources, Environment and Sustainability, 1(2020) 100001.
- [5] B.K. Marcus, W.E. Cormier, Going green with zeolites, Chemical Eng. Progress, 95(1999) 47-53.

- [6] E.M. Henry, C.E. Ikenna, I.L. Ganiyu, Zeolite synthesis, characterization and application areas: A Review. *Int. Res. J. Environmental Sci.* 6(2017) 45-59.
- [7] A.Y. Atta, O.A. Ajayi, S.S. Adefila, Synthesis of Faujasite zeolites from Kankara kaolin clay, *J. App. Sci. Res.* 3 (2007) 1017-1021.
- [8] Georgiev, D., Bogdanov, B., Angelova, K., Markovska, I., Hristov, Y., Synthetic zeolite – structure, classification, current trends in zeolite synthesis review. *Int. Sci. conf., Stara Zagora, Bulgaria, (2009) 4 – 5.*
- [9] S. Chandrasekhar, P.N. Pramada, Investigation on the synthesis of zeolite NaX from Kerala Kaolin, *Journal of Porous Mater.* 6 (1999) 283-297.
- [10] D.W. Breck, Synthetic zeolite: properties and applications, Lefond, S. J ed., *Industrial Minerals and Rocks*, New York, American Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum Engineering, Inc. 3(7) (1975)1243- 1274.
- [11] R.M. Barrer, *Zeolites and clay minerals as sorbents and molecular sieves*, Academic Press, London. 1978.
- [12] A.Y. Atta, B.Y. Jibril, B.O. Aderemi, S.S. Adefila, Preparation of analcime from local kaolin and rice husk ash, *Applied Clay Sci.* 61 (2012) 8-13.
- [13] M. Alkan, C. Hopa, Z. Yilmaz, H. Güler, The effect of alkali concentration and solid/liquid ratio on the hydrothermal synthesis of zeolite NaX from natural kaolinite, *Microporous and Mesoporous Mater.* 86(1-3) (2005) 176-184.
- [14] H. Zhao, Y. Deng, J. Harsh, M. Flury, J. Boyle, Alteration of kaolinite to cancrinite and sodalite by simulated Hanford waste and its impact on cesium retention. *Clays Clay Miner.* 52 (1) (2004) 1–13.
- [15] J.C. Covarrubias, R. Garcia, R. Arriagada, J. Yanez, T. Garland, Cr(III) exchange on zeolites obtained from kaolin and natural mordenite, *Microporous Mesoporous Mater.* 88 (2006) 220–231.
- [16] J. Mon, Y. Deng, M. Flury, J. Harsh, Cesium incorporation and diffusion in cancrinite, sodalite, zeolite, and allophane, *Microporous Mesoporous Mater.* 86 (2005) 277–286.
- [17] V. Sanhueza, U. Kelm, R. Cid, Synthesis of molecular sieves from Chilean kaolins: Synthesis of NaX type zeolite, *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 74 (1999) 358–363.
- [18] L.M. Marcelo, I.P. Diego, R.C. Nadia, Fernandes.Machado, Sibebe, B.C. Pergher, Synthesis of mordenite using kaolin as Si and Al source, *Appl. Clay Sci.* 41 (2007) 99–104.
- [19] J.B. Adeoye, J.A. Omoleye, M.E. Ojewumi, R. Babalola, Synthesis of zeolite Y from kaolin using novel method of dealumination, *Inter. J. of Appl. Eng. Res.* 12 (5) (2017) 755-760.
- [20] A.R. Carlos, D.W. Craig, M.C. Oscar, Crystallization of low silica Na-A and Na-X zeolites from transformation of kaolin and obsidian by alkaline fusion, *Ingeniería y Competitividad* 14 (2) (2012) 125 – 137.
- [21] N.J. Saikia, D.J. Bharali, P. Sengupta, D. Bordoloi, R.L. Goswamee, P.C. Saikia, P.C. Borthakur, Characterization, beneficiation and utilization of a kaolinite clay from Assam, India, *Appl. Clay Sci.* 24 (2003) 93– 103.
- [22] L. Vaculíková, E. Plevová, S. Vallová, I. Koutník, Characterization and differentiation of kaolinites from selected Czech deposits using infrared spectroscopy and differential thermal analysis, *Acta Geodyn. Geomater.* 8 (161) (2011) 59–67.

[23] D. Makia, E. Georges, O. Jason, Fourier transform infrared spectroscopy and thermal analyses of kaolinitic clays from South Africa and Cameroon, Acta Geodyn. Geomater. 13 (2016) 149–158.

[24] G. Zahra, Y. Habibollah, Preparation and characterization of nanozeolite NaX from rice husk at room temperature without organic additives, J. of Nanomaterials, 2011.

[25] E.M. Flaningen, H.A. Khatami, H.A. Szymanski, Infrared structural study of zeolite frameworks, Molecular Sieve Zeolites 16 (1971) 201 – 229.

[26] K. Byrappa, B.V. Suresh Kumar, Characterization of zeolites by infrared spectroscopy, Asian J. of Chem. 19 (6) (2007) 4933 – 4935.

[27] E.F Olasehinde and S.M. Abegunde, Preparation and characterization of a new adsorbent from Raphia taedigera seed, Res. Eng. Struct. Mater., 2020; 6(2): 167-182.

[28] S. Markovic, V. Dondur, R. Dimitrijevic, FTIR spectroscopy of framework aluminosilicate structures: carnegietie and pure sodium nepheline, J. of Molecular Structure 654 (1) (2003) 223 – 234