

UGLEVODORODLAR. PIROLIZ JARAYONI ORQALI QOSHMICHA MAHSULOTLAR OLISH. YOLDOSH GAZLARDAN TOZALASH

Davlatbek Shomurotov Ulug‘bek o‘g‘li
O‘zbekiston milliy universiteti kimyo fakulteti
neft va gaz kimyosi yonalishi

ANNOTATSIYA

Maqolada piroliz jarayonida uglevodorodlarning termik o‘zgarishi, erkin radikallarning hosil bo‘lish sharoitlari va ular saosida boradigan asosiy reaksiyalar haqida fikr yuritilgan.

Kalit so‘zlar: *gaz sanoati, olefinlar, GTL texnologiyasi, piroliz, pirogaz, pirokondensat, pirodistillyat, piroliz smolasi, konversiya, tanlovchanlik.*

KIRISH

Bugungi kunda mamlakatimizda iqtisodiy sohada tub islohotlar va o‘zgarishlar amalga oshirilib, ular xalqimizning xoxish irodasi bilan, qat’iy tanlab olingan milliy taraqqiyot yo‘li asosida keng ko‘lamda, izchil davom ettirilmoqda. Jahon moliyaviy - iqtisodiy inqiroziga qaramay, iqtisodiyotimizda o‘shish sur‘ati ta‘minlanmoqda. Aholining tobora o‘sayotgan hayot va farovonlik darajasi barqaror saqlanib kelinmoqda. Mamlakatimizda qabul qilingan muhim davlat dasturlari o‘z samarasini bermoqda.

Ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishni jadallashtirish, xalqning turmush darajasi va daromadlarini oshirish uchun har bir hududning tabiiy, mineral-xomashyo, sanoat, qishloq xo‘jaligi, turistik va mehnat salohiyatidan kompleks va samarali foydalanishni taminlash kabi masalalar energetik xomashyolardan oqilona foydalanshni taqazo etish bilan birga atrof-muhitga zarar keltirmaydigan muqobil energiya manbalario topish va joriy qilish yo‘nalishidagi amalga oshiriladigan asosiy vazifalarning dolzarbligini oshiradi. Shu sababli ekologiyaga antropogen ta‘sirni kamaytirish va yuqori sifatli yoqilg‘i ishlab chiqarish hamda yurtimizda transport sohasi uchun tovar yoqilg‘ilar tayyorlashda ekologik toza energoresurslarni qo‘llash borasidagi tadqiqotlar bugunning ustuvor masalalaridandir.

O‘tgan besh yil, ya‘ni 2017-2021 yillarda Harakatlar strategiyasi doirasida sanoatning yetakchi tarmoqlari (to‘qimachilik, elektrotexnika, avtomobil sanoati, qurilish materiallari sanoati, kimyo va neft-kimyo sanoati, qishloq xo‘jaligi mashinasozligi, energetika kabi tarmoqlar) ni rivojlantirish strategiyalari qabul qilindi.

Bu borada "Besh yillik muvaffaqiyatli islohotlar - yangi taraqqiyotning boshlanishi" deyish o'rinli bo'ladi.

Bugungi kunda mazkur siyosatning huquqiy asoslari O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 07.02.2017 yildagi PF-4947-sonli O'zbekiston Respublikasini rivojlantirish bo'yicha Harakatlar Strategiyasining III-ustuvor yo'nalishi "yuqori texnologiyali qayta ishlash tarmoqlarini, eng avvalo, mahalliy xomashyo resurslarini chuqur qayta ishlash asosida yuqori qo'shimcha qiymatli tayyor mahsulot ishlab chiqarishni jadal rivojlantirishga qaratilgan sifat jihatdan yangi bosqichga o'tkazish orqali sanoatniyanada modernizatsiya va diversifikatsiya qilish' doirasida boshlangan islohotlarning uzviy davomi sifatida Yangi O'zbekistonni 2022-2026 yillarga mo'ljallangan taraqqiyot strategiyasining uchinchi yo'nalishi - milliy iqtisodiyotni, uning o'sish sur'atlarini zamon talablari darajasida rivojlantirish bo'yicha belgilangan ustuvor vazifalarining Kimyo va gaz kimyosi sohalarini rivojlantirish va tabiiy gazni qayta ishlash darajasini oshirish yo'nalishida o'z aksini topgan. O'z o'rnida shuni ham aytilish joizki, samarali amalga oshirilgan islohotlar navbatdagi muvaffaqiyat garovidir.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

O'zbekiston Respublikasining yoqilg'i-energetika bazasining asosini tashkil qiluvchi gaz sanoati dunyo hamjamiyatida o'ziga xos nufuzga ega bo'lib, Markaziy Osiyodagi polimer va tabiiy gaz bo'yicha asosiy eksportyor sanaladi. "Uzbekneftgaz" ma'lumotlariga ko'ra o'zbek gazining eksport strukturasi Xitoyga 8 mlrd.m³, Rossiya 4,5 mlrd.m³, Qozog'istonga 2,5 mlrd.m³ hamda Markaziy Osiyoning boshqa mamlakatlariga 500 - 550 mln. m³dan tashkil topgan.

Mamlakat iqtisodiyotining muhim bo'g'iniga aylangan gazni qayta ishlash sanoati polimer ishlab chiqarishni jadallashtirish bilan bir qatorda O'zbekistonni ekologik toza energoresurslar ishlatiladigan kelajak sari oltin yo'lini belgilovchi, tozalangan metan gazidan sintetik suyuq yoqilg'i ishlab chiqarish (gas-to-liquid, GTL texnologiyasi)ga mo'ljallangan, gazdan ichki bozor va eksport uchun yiliga 1,5 million tonna dizel yoqilg'isi, kerosin, nafta va suyultirilgan gaz ishlab chiqarishga imkon beruvchi Uzbekistan GTL zavodining barpo etilishi, barcha jabhalarda mamlakat ravnaqi va aholi farovonligiga qaratilgan tub yangilanishlar bo'y ko'rsatayotgan O'zbekiston uchun neft-gazkimyo sanoatining navbatdagi yorqin yutuqlaridan biridir.

Neft-gazkimyo sanoatining asosini tashkil etuvchi organik sintez sanoatining xom ashyo bazasi alohida mamlakatlar va mintaqalarning yoqilg'i-energetika balansi tuzilishi bilan chambarchas bog'liqdir. Shu sababli, organik sintez sanoatining zamonaviy taraqqiyot darajasi "neftkimyoviy" (yoki, olefin) sanoatining rivojlanganlik ko'rsatkichiga ko'ra baholanadi.

Piroliz jarayoni 19-asr oxiridan boshlab qo'llanila boshladi. Bunda neftni kerosin fraksiyasidan gaz olindi. 20-asrning 50-yillaridan esa piroliz natijasida etilen, propilen,

butenlar, butadien, siklopentadien, benzol, toluol ksilollar va h.k. olina boshlandi. 1980-yilga kelib, piroliz yo‘li bilan dunyo miqiyosida olinadigan neft va gazning 6% , 2000-yilga kelib, 20% dan ortiq turli xil uglevodorodlar olina boshlandi. Piroliz jarayonining asosiy xomashyosi neftni qayta ishlash natijasida hosil bo‘ladigan gazlar, neftning benzin va gazoyl fraksiyalari hisoblanadi,

Piroliz natijasida hosil bo‘lgan mahsulot chiqimi, destruksiya uchratish darajasi xomashyoning uglevodorod tarkibiga bog‘liq. C2-C4 tarkibli gazlar va benzin fraksiyasidagi n-parafinlarni piroliz qilish natijasida, asosan pirogaz hosil bo‘ladi (1-jadval).

Piroliz jarayoni isitiladigan reaktorlarda olib boriladi. Jarayonga quyidagi texnologik parametrlar ta’sir etadi: temperatura, xomashyoni reaktorga kelish vaqti va suv bug‘i konsentratsiyasi (suyultirgich). Temperatura ko‘tarilishi bilan reaksiya tezligi ortadi. Piroliz jarayoni unumdorligi xomashyoni reaksiya zonasiga kelish vaqtiga bog‘ liq.

Suv bug‘ini piroliz reaktorlariga yuborishdan asosiy maqsad, uglevodorodlarni parsial bosimini pasaytirish va oraliq reaksiyalar tezligini kamaytirishdir. Suv bug‘i konsentratsiyasi ortishi bilan etilen, buten, butadien hosil bo‘lishi ko‘payadi, aromatik uglevodorodlar chiqimi kamayadi.

1-jadval

Hosil bo‘layotgan pirogazni uglevodorod xomashyosi tarkibiga bog‘liqligi

Uglevodorod xomashyosi Hosil bo‘lish miqdori, % (massasiga nisbatan)

C2H4 C3H6 C4H8 C4H6

C2-C4 51,3 10,8 0,8 5,0

n- parafinlar 47,2 14,0 1,2 4,7

C5 va undan yuqori monometilli parafinlar 12,5 27,1 11,4 2,0

Dimetilli parafinlar -C7 va undan yuqori 11,7 20,7 14,6 2,8

Alkilsiklopentanlar 20,5 11,5 1,9 4,5

Alkilsiklogeksanlar 26,2 6,1 0,4 9,6

Alkilbenzollar 4,0 9,2 - 0,3

Suv bug‘ini piroliz reaktorlariga yuborishdan asosiy maqsad, uglevodorodlarni parsial bosimini pasaytirish va oraliq reaksiyalar tezligini kamaytirishdir. Suv bug‘i konsentratsiyasi ortishi bilan etilen, buten, butadien hosil bo‘lishi ko‘payadi, aromatik uglevodorodlar chiqimi kamayadi.

Zamonaviy neftkimyosida etilen ishlab chiqarishning eng keng tarqalgan usuli piroliz bo‘lib, uglevodorodli xomashyoni pirolizlash texnologik tizimining asosiy bo‘g‘inlari keng miqyosda takomillashtirildi Piroliz reaktor-o‘choqlari bloklari konstruksiyasidagi texnologik yechimlar maqsadli mahsulotlar maksimal chiqishiga va

eng avvalo etilenni olishda jarayonni ancha og'ir sharoitlar imkoniyatida (harorat va xomashyoni bo'lish vaqti bo'yicha) o'tkazish hisobiga olishga qaratildi.

Quyida olefinlar ishlab chiqarish uchun uglevodorodlar pirolizi termodinamik hisoblash natijalari bilan mos jarayonni amalga oshirishni ancha yuqori haroratlar 600-7000S oshirib borish va etilenni olishda propilen ishlab chiqarishga qaraganda ancha yuqori harorat zarur bo'ladi. Jarayon haroratining yuqori chegarasi sezilarsiz miqdorgacha atsetilen hosil bo'ladigan qiymat bilan cheklanadi. Termodinamik hisoblashlardagi ma'lumotlarda muvofiq piroliz jarayoni past bosimda, atmosfera bosimiga yaqin va xomashyoga suv bug'ini yetarlicha qo'shish sharoitida o'tkazish maqsadga muvofiq.

Uglevodorodlarni termik parchalash jarayoni ketma-ketlikda va bir vaqtda boruvchi ko'pgina elementlar reaksiyalardan tarkib topgan bo'lib, shartli ravishda ikkita ketma-ket bosqichga bo'linadi. Birinchi bosqichda alkan va sikloalkanlarni termik parchalanishining birlamchi reaksiyalari olefinlar, diolefinlar va uglerod atom soniga teng yoki dastlabki uglevodorodlarga qaraganda kam alkanlar hamda hatto vodorod hosil bo'lish bilan boradi. Ikkinchi bosqichda hosil bo'lgan olefinlar va diolefinlar degidrogenlanish reaksiyalariga duchor bo'ladi. Kelgusi parchalanish va kondensasiyalanish to'yinmagan skilli (siklopolienlar) va aromatik uglevodorodlar hosil bo'lishi bilan boradi. Reaksiyaning davom etishi natijasida keyingi navbatda bir qancha ancha murakkab ko'p yadroli aromatik uglevodorodlar hosil bo'ladi. Bu birikmalar natijasida vodorod ajralishi va reaktorlar yuzasida qisman adsorbsiyalanib piroliz koksi deb ataluvchi uglerodli qattiq plyonkani hosil qiladi. Reaksiya yakuniy bosqichda uglevodorodlarning uglerod va vodorodga to'liq parchalanishi bilan nihoyasiga yetadi.

Polimerlar sanoatining muhim xomashyosi bo'lgan olefinlar uglevodorodli xomashyoni pirolizlab qo'lga kiritiladi. Piroliz texnologiyasining turli variantlari mavjud bo'lib, ular: qattiq issiqlik tashuvchi yordamida; o'ta qizdirilgan suv bug'i muhitida; elektrorazryadli naylarda; kuchlanish yoylarida; katalizatorli tizimda hamda sanoatda keng tarqalgani quvurli o'choqlarda o'tkaziladigan tizimlardir.

Zamonaviy piroliz qurilmalarining asosiy mahsulotlari 99,9% (mass.) tozalikdagi etilen, 99,9% (mass.) tozalikdagi propilen, tarkibi 30 - 40% (mass.) butadiendan iborat butan-butadien fraksiyasi, 25 - 30% (mass.) izobutelin va 15 - 30% (mass.) n-butilen va piroliz kondensati hisoblanadi.

Etan va propanni piroliz qilinganda tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, haqiqatdan ham bosim oshirilishi to'yinmagan gaz holdagi reaksiya mahsulotlaridan hosil bo'lgan suyuq polimerlar chiqishi ortadi.

Piroliz jarayonida boradigan kimyoviy reaksiyalarning mexanizmi yetarli darajada murakkab va ularning murakkablik darajasi, piroliz uchun olinadigan

uglevodorodlarning molekulyar og'irligi va konversiya darajasining ortib borishi bilan, ortadi.

Har bir uglevodorod parchalanganda, faqat ungagina xos bo'lgan mahsulotlarni beradi, bu piroliz jarayoni parametrlariga ham bog'liq bo'ladi. Hom ashyoning belgilangan tarkibida piroliz mahsulotlarining chiqishi va hosil bo'lgan aralashmaning tarkibi, o'zaro bog'liq bo'lmagan uch parametrning funksiyasi hisoblanadi. Ular: xomashyoning konversiya darajasi (yoki, jarayonning qattiqligi); jarayon harorati; uglevodorodlarning parsial bosimidir.

Konversiya darajasi (yoki jarayonning qattiqligi) harorat va xomashyoning reaksiya hududida bo'lish davri (o'zaro ta'sir etish vaqti)ning funksiyasi hisoblanadi. Jarayon harorati va uglevodorodlarning parsial bosimining parametrlari piroliz jarayonining tanlovchanligini belgilaydi. Tanlovchanlik darajasi maqsadli mahsulotlar (etilen) chiqishining, kam ahamiyatli mahsulotlar (metan, etan, C5 fraksiya va boshqalar) chiqishiga nisbatini ifodalaydi. Haroratning qiymatini ortishi va parsial bosimning kamayishi bilan tanlovchanlik darajasi ortadi.

Uglevodorodlar termik jihatdan beqaror birikmalar hisoblanadi. Qizdirish jarayonida ular nisbatan yengil birikmalar hosil qilib parchalanadi, bunda reaksiyaning so'nggi mahsulotlari uglerod va vodorod hisoblanadi.

Piroliz jarayonida yuqori miqdorda olefinlar olishning termodinamik imkoni alohida uglevodorodlarning, yuqori haroratlarga qizdirish jarayonida, termik barqarorligining turlicha bo'lishiga asoslangan.

650 oS gacha bo'lgan haroratlar oralig'ida hom ashyoning boshlang'ich komponentlari, 650-900 oS oralig'ida - olefinlar, 900-1050 oS oralig'ida atsetilen uglevodorodlari, 1050 oS dan yuqori haroratlarda - uglerod va vodorod yuqori barqarorlikga ega. Keltirilgan chegaralar malum darajada shartli hisoblanadi.

Piroliz gazi vodorod, uglerod atomlarining soni 1 dan 4 gacha bo'lgan uglevodorodlar suv bug'i CO, CO₂, H₂S ning mikroqo'shimchalarini saqlaydi. Tozalash va gazni ajratish bloklarida zararli qo'shimchalar chiqarib yuborilib, pirogazning quritilish va vodorod, metan, etan, etilen, propilen, propan, butilen-butadienli fraksiyalarga ajratiladi.

Pirogaz va pirokondensatning ulushi nafaqat texnologik jarayon parametrlariga balki, xomashyo turiga ham bog'liq. Pirolizning xomashyo bazasi nazariy anchayin keng sanalib, etan, yo'ldosh gazlar singari uglevodorodli gazlardan tortib nafta, gazoyl hatto neft xomashyosi ham ishlatilishi mumkin. Shunday bo'lsada, amalda piroliz qurilmalarida xomashyo sifatida gazli xomashyo (etan, propan, butan) va nafta qo'llanilishi piroliz texnologiyalari xomashyosining 90 % dan ortig'ini tashkil qiladi. Zero, gazli xomashyodan asosan etilen olinsa, naftadan boshlanadigan suyuq

xomashyolar propilen, benzol, butadiyen, izopren, izobutilen, butenlar, izoamilen va atsetilen kabi qo‘shimcha qimmatbaho uglevodorodlar olish imkonini beradi.

NATIJALAR

Uglevodorodlar termik parchalanishining qonuniyatlari malum darajada termik kreking sharoitidan (470-540 0S) piroliz sharoitida (700-1000 0S) o‘tganda o‘zgaradi. Harorat jarayon mexanizmiga va mahsulotlar tarkibiga ta’ sir ko‘rsatadi.

Shuning uchun, jarayonning sharoitlarini aniqlash uchun, bir vaqtning o‘zida harorat va reaksiya zonasida bo‘lish vaqtini o‘zgarishini hisobga oluvchi, piroliz jarayonining qattiqligi yoki qattqlik darajasi deb nomlanuvchi parametrdan foydalaniladi. Piroliz jarayonining qattqlik ko‘rsatkichi sifatida, reaksiya natijasida hosil bo‘ladigan mahsulot tarkibidagi vodorod va metanning umumiy miqdorini etilenga nisbati yoki xom ashyoning konversiya darajasi qabul qilinadi.

Etanning konversiyasi bo‘yicha jarayonining qattqligini aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

1

$$S = 2,3 \lg -$$

1-x

bunda: x - xom ashyoning konversiya darajasi.

Piroliz jarayonining qattqligining ortishi bilan doimo vodorod va metanning chiqishi ortadi, etilening chiqishi ko‘paymaydi, hatto birmuncha kamayadi.

Jarayonining teng qattqlik darajasi, temperatura va reaksiya zonasida bo‘lish vaqtining turli qiymatlarida birga qo‘shib olib borishda, bir xil reaksiyaga kirishish darajasiga mos keladi, ammo bunda hosil bo‘ladigan piroliz mahsulotlarining tarkibi turlicha bo‘ladi.

Piroliz jarayonining qattqlik darajasi, iqtisodiy jihatdan kelib chiqib, ko‘plab omillarni hisobga olgan holda tanlanadi, ammo jarayonning quyidagi bog‘liqliklariga rioya qilinadi (qattqlik darajasiga bog‘liq holda).

Etilen va parchalanishning nisbatan og‘ir mahsulotlarning chiqishi maksimal qiymat orqali o‘tadi. Vodorod va metanning chiqishi bir tekis ko‘tariladi. Suyuq mahsulotlarning miqdori reaksiyaning boshida tez pasayadi, minimal qiymat orqali o‘tadi va ko‘tarila boshlaydi. Reaksiyaga kirishish darajasi bo‘yicha jarayonni shartli tarzda 4 zonaga bo‘lish mumkin.

1-zona (qattqlik darajasi $S=1$ gacha) xom ashyo tarkibidagi to‘yingan komponentlarning parchalanish birlamchi reaksiyalarining ustunligi, asosiy komponentlar iqishining ortishi va pirolizning suyuq mahsulotlari chiqishining kamayishi bilan tavsiflanadi. Ikkilamchi mahsulotlarning chiqishi nisbatan kam. Qurilmada bu zonaga 780 - 810oS temperaturalarda piroliz rejimi mos keladi.

2-zona ($S=1$ dan 2-2,5 gacha) parchalanishning birlamchi reaksiyalari tezliklarining ortishi bilan tavsiflanadi, bu suyuq mahsulotlar chiqishining kamayishidan ko‘rinadi, ammo ikkilamchi reaksiyalarning ustunligining ortishi boshlanadi. Vodorod, metan, etilen va butadienni chiqishining ortishi davom etadi. Propilen va butanlarning parchalanish tezligi ularning hosil bo‘lish tezligiga tenglashadi, so‘ngra undan ortib ketadi va bu mahsulotlarning chiqishi maksimal qiymat orqali o‘tadi. Qurilmada bu zonaga 810 - 830 oS temperaturalarda piroliz rejimi mos keladi.

3-zona ($S = 2-2,5$ dan 5-6 gacha) birlamchi reaksiyalarning amalda to‘xtashi bilan tavsiflanadi. Ikkilamchi reaksiyalar ustunlik qiladi. Metan va vodorodni chiqishining ortishi, propilen va butilenlarni chiqishining kamayishi davom etadi. Etilen va butadienning chiqishi maksimal qiymat orqali o‘tadi. Suyuq mahsulotlar chiqishining egri chizig‘i minimal qiymat orqali o‘tadi va barqaror aromatik birikmalar hosil bo‘lishi natijasida orta boshlaydi. Bu zonaga 830 - 850 oS temperaturalarda piroliz rejimi mos keladi.

4-zonada ($S>5-6$) piroliz gazi tarkibida xom ashyo komponentlari (aromatik birikmalardan tashqari) amalda mavjud emas. Vodorod, metan, aromatik birikmalar (asosan benzol va toluol) ning chiqishi ortadi. Barcha boshqa mahsulotlarning chiqishi kamayadi. Olefinlar ishlab chiqarish uchun bu zona ahamiyatga ega emas.

MUHOKAMA

Piroliz va krekingda sodir bo‘ladigan yig‘indi reaksiyalarni quyidagi uchta guruhga bo‘lish mumkin:

1) alkenlarning hosil bo‘lishiga olib keladigan kreking va degidrogenlanishining birlamchi reaksiyalari:

2) alkenlar o‘zgarishining ikkilamchi reaksiyalari polimerlanish va kondensatsiyalanish:

3) piroliz, vodorod va qisman atsetilen hosil bo‘ladigan to‘g‘ridan- to‘g‘ri molekulyar parchalanish reaksiyalari.

Pirolizning yuqori haroratlari sharoitida molekullarning juda yuqori energoto‘yinganligida radikallar konsentratsiyasi oshadi. Bu zanjir uzunligining kamayishiga va radikal- zanjirli bo‘lmagan parchalanish rolining oshishiga olib keladi. Radikal-zanjirli bo‘lmagan parchalanishda ayrim uglevodorodlar bir- biriga bog‘liq bo‘lmagan holda parchalanadi.

Haroratning oshishi faollanish energiyasining qiymatlari ancha yuqori bo‘lgan reaksiyalarni tezlashtiradi, buning natijasida radikallarning turli reaksiyalar orasidagi nisbat o‘zgaradi. Energiyani kam talab qiladigan birikish reaksiyalariga nisbatan radikallar parchalanishining energiyani ko‘p talab qiladigan reaksiyalarning axamiyati oshadi. Alkenlar o‘zgarishlarining ikkilamchi reaksiyalariga harorat ham ta sir

ko'rsatadi. Faollanish energiyasining ancha past qiymatlari bilan xarakterlanadigan alkenlarning kondensatsiyalanish reaksiyalariga nisbatan yuqori faollanish energiyasi bilan amalga oshadigan alkenlarning parchalanishi harorat oshishi bilan ancha tezlashadi hamda nihoyat harorat piroliz reaksiyalarning asosiy guruhlarini orasidagi nisbatni belgilaydi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI (REFERENCES)

1. Гайбуллаев С. А., Тураев М. М. *Октаноповышающие компоненты бензинов и их свойств // Молодой ученый. - 2016. - №. 3. - С. 349-351.*
2. *Urunov N. S. et al. PIROKONDENSAT TARKIBINING KIMYOVIY TAHLILI // Science and Education. - 2021. - T. 2. - №. 3. - С. 32-40.*
3. *G'aybullayev S. A. MEMBRANALI USULDA TABIIY GAZLARDAN GELIY AJRATIB OLISH // Academic research in educational sciences. - 2021. - T. 2. - №. 5. - С. 1594-1603.*
4. *Sadriddinovich S. M. et al. INFLUENCE OF THE QUANTITY OF BENZENE ON THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF GASOLINE // Euro-Asia Conferences. - 2021. - T. 4. - №. 1. - С. 188-192.*
5. *Nilufar Saydiyaxyayevna Maxmudova, Saidjon Abdusalimovich G'aybullayev TABIIY GAZLARNI VODOROD SUL'FIDIDAN TOZALASH USULLARINING TASNIFI // Scientific progress. 2021. №5.*
6. *Sharipov M. S., G'aybullayev S. A. TASHLAMA GAZLARNI NOAN'ANAVIY USULLARDA TOZALASH // Science and Education. - 2021. - T. 2. - №. 3.*