

Qisqartmalar va belgilar:

1. **IQ** – infraqizil
2. **TGA** - Termogravimetrik analiz
3. **DTA** – Differensial termik analiz
4. **SEM** - skanerlovchi elektron mikroskop
5. **YaMR** – Yadro magnit rezonans

MUNDARIJA

KIRISH	3
I BOB. UGLEVODORODLAR PIROLIZI JARAYONI MAHSULOTLARI VA ULAR ASOSIDAGI MATERIALLAR	7
1.1-&. Uglevodorodlar pirolizi jarayonlari	7
1.2-&. Piroliz jarayoni ikkilamchi mahsulotlari tarkibi va qayta ishlash usullari	22
1.3-&. Piroliz moyi asosida kationitlar olinishi va ularning xossalari	28
II BOB. PIROLIZ MOYI TARKIBINI O‘RGANISH	47
2.1-&. Dastlabki moddalar va tadqiqot usullari.	47
2.2-&. Piroliz moyining xossalari va tarkibini o‘rganish	49
2.3-&. Piroliz moyi tarkibidan ayrim moddalarni ajratib olish.....	55
III BOB. PIROLIZ MOYI TARKIBI ZAMONAVIY USULLARDA TAHLIL QILISH	60
3.1-&. Piroliz moyi tarkibidan naftalinni ajratib olish va tahlil qilish.	60
3.2-&. Piroliz moyi tarkibidan indenni ajratib olish metodikasi.....	69
XULOSALAR	74
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI	75
ILOVALAR	90

KIRISH.

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyo bo'yicha olefinlar olishning asosiy usuli sifatida uglevodorodlar piroliz jarayonidan foydalanib kelinmoqda. Uglevodorodlar pirolizi jarayonida ikkilamchi mahsulotlar hosil bo'ladi. Ushbu mahsulotlarni qayta ishlash orqali kimyo sanoati uchun muhim xomashyolar olinmoqda. Ikkilamchi mahsulotlardan olingan xomashyolar asosida suvni tozalashda qo'llaniladigan ionitlar, energetika, qurilish, farmatsevtika va boshqa sohalar uchun zarur mahsulotlar ishlab chiqarilmoqda. Neft va tabiiy gaz mahsulotlari va ularni qayta ishlash natijasida hosil bo'ladigan ikkilamchi mahsulotlardan foydalanib turli kimyoviy birikmalar ishlab chiqarishning usuli va texnologiyasini yaratish hozirgi vaqtdagi muhim amaliy ahamiyatga ega vazifalardan biridir.

Jahonda kimyo sanoati jadal rivojlanishi natijasida hosil bo'ladigan ikkilamchi mahsulotlarni qayta ishlashning nazariy asoslarini ishlab chiqish, ular asosida yangi mahsulotlar olish usullarini tavsiya etish muhim vazifalardan hisoblanadi. Undan tashqari sanoat oqova suvlarini metal ionlaridan tozalash va qayta ishlatishni ilmiy tomonlarini hal qilish ham muhim ahamiyat kasb etadi. Shu maqsadni amalga oshirish uchun kationitlar olishning yangi usullari va ularni sintez qilishda foydalaniladigan xomashyo manbalarini izlab topish bo'yicha ishlar olib borilmoqda.

Mamlakatimizda so'nggi yillarda kimyo sanoatida mahalliy xomashyodan samarali foydalangan holda ularni eksport qilinishini bosqichma-bosqich qisqartirish orqali import mahsulotlar ishlab chiqarish, qayta ishlash natijasida hosil bo'ladigan ikkilamchi mahsulotlardan to'g'ri foydalanish dolzarb vazifalardan hisoblanadi. O'zbekiston Respublikasini 2022-2026-yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida "Kimyo va gaz-kimyosi sohalarini rivojlantirish va tabiiy gazni qayta ishlash darajasini oshirish orqali mahsulot ishlab chiqarish" vazifalari belgilab berilgan¹.

¹ "O'zbekiston Respublikasining 2022-2026-yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida" O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-60 2022-yil 28-yanvarda chiqarilgan farmoni

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 7-fevraldagi PF-4947-sonli “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi” to‘g‘risidagi farmoni², O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 7-maydagi PQ-5107-sonli “Neft-gaz hamda elektr energetika sohalari uchun malakali kadrlar tayyorlash tizimini yanada takomillashtirish to‘g‘risida”gi qarori³, 2018-yil 25-oktyabrdagi PQ-3983-sonli “O‘zbekiston Respublikasida kimyo sanoatini jadal rivojlantirish chora-tadbirlari”, 2018-yil 17-yanvardagi PQ-3979-sonli “Mamlakat iqtisodiyoti tarmoqlarining talab yuqori bo‘lgan mahsulot va xomashyo turlari bilan barqaror taminlash chora-tadbirlari to‘g‘risida” va 2021-yil 13-fevraldagi PQ-4992-sonli “Kimyo sanoati korxonalarini yanada isloh qilish va moliyaviy sog‘lomlashtirish, yuqori qo‘shilgan qiymatli kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarishni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy – huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti natijalari muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning obyekti sifatida uglevodorodlar pirolizi jarayoni ikkilamchi mahsulotlari bo‘lgan piroliz moyi, piroliz disstilyati, TAR mahsulotlari olingan.

Tadqiqotning predmeti: uglevodorodlar pirolizi jarayoni ikkilamchi mahsulotlari bo‘lgan piroliz moyi.

Tadqiqot ishining maqsadi. “Uz-KorGas Chemical” MChJga qarashli Ustyurt gaz-kimyo majmuasining ikkilamchi mahsuloti piroliz moyi tarkibini o‘rganish va tahlil qilishdan iborat.

Tadqiqot ishining vazifalari:

- piroliz moyining fizik xossalari va tarkibini o‘rganish;
- piroliz moyi tarkibi va tuzilishini turli fizik-kimyoviy usullardan foydalanib aniqlash;

² O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 7-fevraldagi PF-4947-sonli “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi” to‘g‘risidagi farmoni

³ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 7-maydagi PQ-5107-sonli “Neft-gaz hamda elektr energetika sohalari uchun malakali kadrlar tayyorlash tizimini yanada takomillashtirish to‘g‘risida”gi qarori

- piroliz jarayoni ikkilamchi mahsuloti piroliz moyidan ayrim moddalarni ajratib olish;

Tadqiqotning ilmiy yangiligi: “Uz-KorGas Chemical” MChJga qarashli Ustyurt gaz-kimyoy majmuasining ikkilamchi mahsuloti piroliz moyi tarkibi o‘rganildi, naftalin, inden ajratib olindi va tahlil qilindi.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. O‘zbekistonda neft va gazni qayta ishlash xususan, piroliz jarayoni asosida olinadigan mahsulotlar turining ortishi va bu jarayon natijasida ikkilamchi mahsulotlarning hosil borishi ham ko‘payib bormoqda. Bu ikkilamchi mahsulotlarni qayta ishlash, ulardan kimyoy sanoati uchun muhim mahsulotlar ishlab chiqarish muhim va ekologik jihatdan dolzarb vazifadir.

Xorijda piroliz jarayonining ikkilamchi mahsulotlari tarkibini o‘rganish va ulardan samarali foydalanish bo‘yicha quyidagi olimlar ishlamoqda. Lakeev S.N., Lebedova M.A., Rakov A.B., Berens A.D., Sadigov F.M. larning ishlarida piroliz moyi tarkibi to‘liq o‘rganilgan. Magerramova Z.Yu., Gadjiyev G.N., Guseynov I.A., Gaydarli N.I., Rakov A.B. larning ishlarida piroliz moyi tarkibida ko‘p miqdorda uchraydigan naftalinni ajratib olish metodlari keltirilgan. Imashev B.U. piroliz moyi asosida naftalin asosli superplifikator ishlab chiqarish, E.V.Geibova piroliz moyi asosida superplifikator ishlab chiqarish jarayoni texnologiyasi yaratilgan. ‘

Respublikamizda piroliz jarayoni ikkilamchi mahsulotlari tarkibini o‘rganish bo‘yicha Djalilov A.T., Nurmonov S.E., Qodirov O.Sh., G‘aybullayev S.A. larning ishlarini ko‘rishimiz mumkin. Lekin, bu ikkilamchi mahsulotlardan inden ajratib olinmagan va sanoat miqyosida mahsulot ishlab chiqarish uchun yo‘naltirilmagan.

Tadqiqotning usullari dissertatsiya ishida fraksion haydash, moddalarni tozalash usullari, IQ-spektroskopiya, xromato-mass spektrometriya va termogravimetriya usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi sintez qilingan birikmalarning tuzilishini zamonaviy fizik-kimyoviy analiz usullari: xromato-mass spektroskopiya, IQ-spektroskopiya, SEM (skanerlovchi elektron mikroskop).

Tadqiqot natijalarining nazariy va amaliy ahamiyati. Uglevodorodlar pirolizi jarayoni ikkilamchi mahsuloti piroliz moyidan inden va naftalin ajratib olingan, hamda ajratib olingan naftalindan kelgusi ilmiy ishlarda kationit sintez qilish va olingan ilmiy natijalar asosida import kationitlarni mahalliyashtirish imkonini berishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi: Dissertatsiya mavzusi bo'yicha 3 ta maqolalari va 8 ta tezislari turli ilmiy anjumanlarda muhokama qilingan va ilmiy ahamiyatga ega bo'lgan jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiya tuzilishi va hajmi: Dissertatsiyaning tarkibi kirish, uchta bob, dissertatsiya bo'yicha umumiy xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati, ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 90 betdan iborat.

I BOB. UGLEVODORODLAR PIROLIZI JARAYONI MAHSULOTLARI VA ULAR ASOSIDAGI MATERIALLAR

1.1-&. Uglevodorodlar pirolizi jarayonlari

Piroliz - grekcha soʻzdan olingan boʻlib, “pur”-olov va “lysis”-parchalanish maʼnosini anglatadi. 250-300°C dan yuqori haroratlarda yuzaga keladigan birikmaning kimyoviy parchalanishi odatda piroliz deb ataladi. Ushbu turdagi parchalanish odatda kichikroq molekulalarning paydo boʻlishiga olib keladi, ammo hosil boʻlgan qismlar baʼzan oʻzaro taʼsir qilishi va boshlangʻich molekulaga nisbatan kattaroq birikmalar hosil qilishi ham mumkin. Piroliz jarayonini quyidagi turlarga ajratishimiz mumkin:

- sanoat miqyosidagi preparativ piroliz,
- analitik piroliz,
- laboratoriya miqyosidagi preparativ piroliz,
- yonish bilan bogʻliq piroliz,
- maʼlum bir jarayonni simulyatsiya qilish uchun amalga oshiriladigan piroliz.

Sanoat miqyosidagi preparativ piroliz neft, tabiiy gaz, koʻmir va turli xil chiqindilarni (masalan, ishlatilgan avtomobil shinalari, polietilen mahsulotlar) qayta ishlash kabi muhim sanoat faoliyatining bir qismidir. 2016-yilda ularning butun dunyo boʻylab ishlab chiqarilishi $150 \cdot 10^6$ tonnadan oshgan va bu kundan kunga ortib bormoqda.

Piroliz yoʻli bilan yoqilgʻi va moylar yoki asosiy organik hamda neft kimyosi sintezi uchun xomashyolar olinadi [2; 15-18 b.].

Uglevodorodlar pirolizi jarayonining asosiy maqsadi quyi alkenlarni olish hisoblanadi. Jarayon 800-900°C da atmosfera bosimiga yaqin boʻlgan bosimda olib boriladi. Harorat jarayon mexanizimiga va mahsulot tarkibiga taʼsir koʻrsatadi [3; 360-362b.].

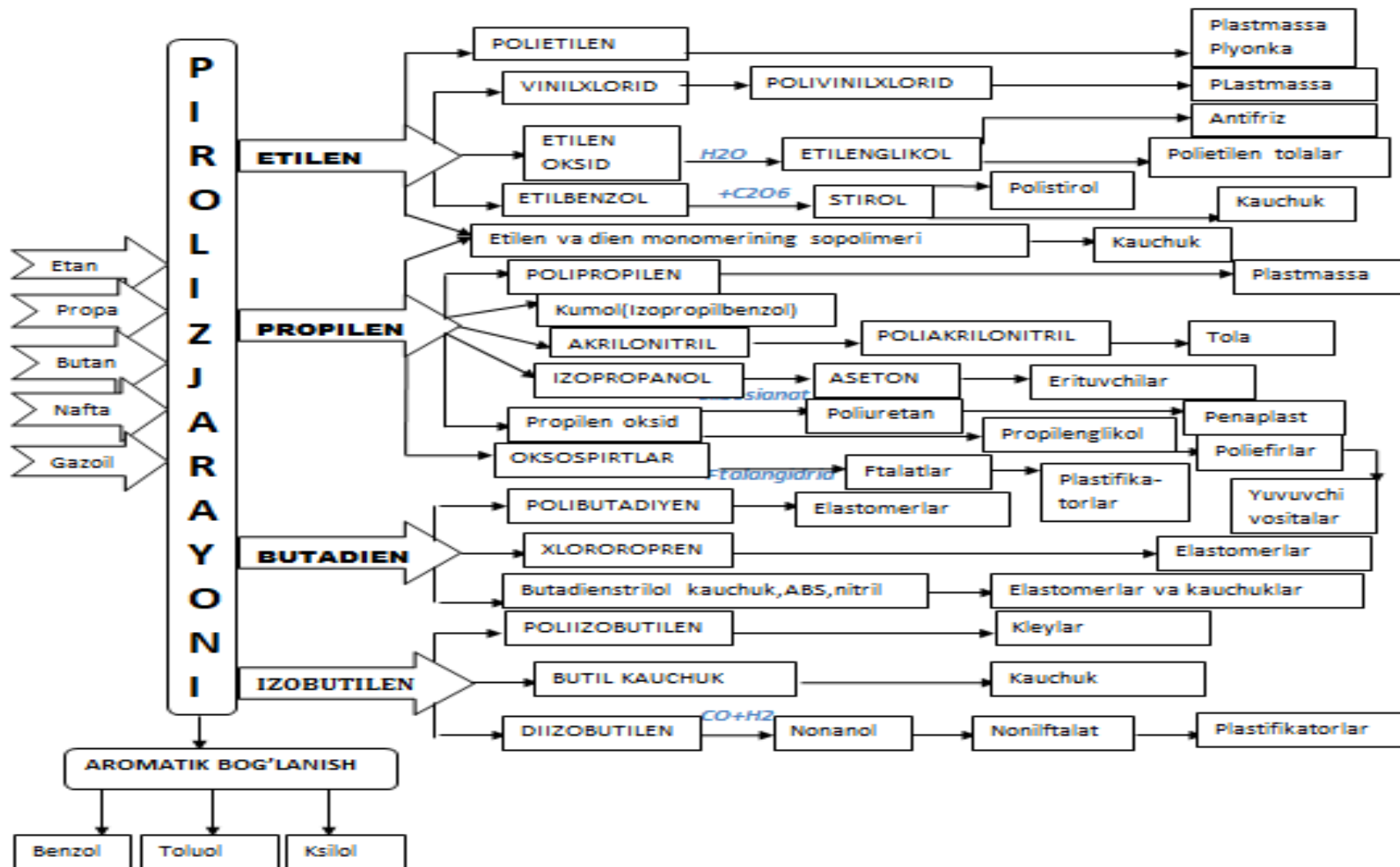
Piroliz jarayoni XIX asr oxiridan boshlab sanoat miqyosida qoʻllanila boshlangan. Bunda neftni kerosin fraksiyasidan gaz olingan. XX asrning 50-yillaridan esa, piroliz natijasida etilen, propilen, butenlar, butadien,

siklopentadien, benzol, toluol, ksilollar va boshqa birikmalar olina boshlagan. 1980-yilga kelib piroliz yo'li bilan dunyo miqyosida neft va gazni qayta ishlash natijasida 6%, 2000 yilga kelib esa 20% dan ortiq turli xil uglevodorodlar olina boshladi. Xususan 1980-yilda dunyo miqyosida etilen ishlab chiqarish yiliga 60 mln tonna, 1995-yilda esa bu ko'rsatkich yiliga 90 mln tonna, hozirgi vaqtga kelib yiliga etilen ishlab chiqarish 150 mln tonna, propilen esa 30 mln tonnani tashkil qilmoqda [4; 201-202 b.]. Piroliz jarayoni asosida olinadigan mahsulotlar turi 1.1-rasmda keltirilgan.

Uglevodorodlarning termik parchalanishi jarayonida, boshlang'ich birikmaning tuzilishi va jarayon sharoitlariga qarab, ma'lum darajada, ko'plab parallel va ketma-ket reaksiyalarning paydo bo'lishi bilan bog'liq murakkab jarayonlar kuzatiladi. Uglevodorodlarning turli sinflari parchalanish mexanizmini o'rganishga katta e'tibor qaratilgan va qaratilmoqda. Dastlabki bosqichlarda uglevodorodlarning molekulyar parchalanishi haqida taxminlar qilingan. Biroz vaqt o'tgach, uglevodorodlarning termal konversiyasi erkin radikallar ishtirokida sodir bo'lishi aniqlangan [5; 6-12b.].

Uglevodorodlarning pirolizi yuqori harorat ta'sirida parchalanish jarayoni bo'lib, dastlabki xomashyo tarkibi, harorat, tasirlashish vaqti va bosim piroliz mahsulotlarining tarkibi hamda rentabelligiga ta'sir qiluvchi omillar hisoblanadi [6; 5-32b.].

Neft kimyosidagi "piroliz" atamasi boshlang'ich uglevodorodlarni yuqori haroratlarda pastki olefinlarga maqsadli aylantirish jarayonini bildiradi. Pirolizning xomashyo bazasi ancha keng bo'lishi mumkin: gazlar, nafta, gazoyl va hatto xom neft. Biroq, amalda, gaz xomashyosi (etan, propan, butan) va nafta umumiy ulushi 90% dan oshadi. Agar etilen gazlardan olinadigan bo'lsa, naftadan boshlanadigan og'irroq xomashyo pirolizi qo'shimcha ravishda uglevodorodlarning qimmatli to'plamini - propilen, benzol, butadien, izopren, izobutilen, buten, izoamilen, atsetilen hosil bo'lishiga olib keladi [7; 42-46b.].



1.1-rasm. Piroliz natijasida olinadigan mahsulotlar.

Piroliz jarayoni radikal mexanizimda borishini radioaktiv izotoplar kiritish orqali o'rganilgan va jarayonning kinetikasini o'rganish orqali kerakli parametrlarni kiritish mumkinligi aytib o'tilgan [8; 92-110b.].

Hozirgi vaqtda dunyoda qariyb 400 million tonna har xil turdagi plastmassalar ishlab chiqarilmoqda va 2050-yilga kelib, jami 12 million tonnaga yaqin to'plangan plastik chiqindilar poligonlarga yoki atrof-muhitga tashlanadi. Shu bilan birga, polimerlar amalda parchalanmaydi va chirimaydi, bu esa hozirgi vaziyatni sezilarli darajada og'irlashtiradi. Ushbu chiqindilarni yo'q qilishning istiqbolli usuli piroliz bo'lib, plastik chiqindilarni har xil turdagi yoqilg'iga (koks, suyuq uglevodorod va gazsimon yoqilg'i) aylantirish imkoniyati bo'yicha qo'shimcha afzalliklarga ega. Piroliz jarayonini natijasida yoqilg'i olishning turli usullarini ishlab chiqishga ta'sir qiluvchi mavjud muammolar va to'siqlarning qisqacha tavsifi keltirilgan [9; 48-79b.].

Ushbu tadqiqot ishda [10; 208-215b.] polimer materiallarning termik pirolizi o'rganilgan. Polimer uglevodorodlarni qayta ishlashda haroratni 500-900°C oralig'ida olib borish maqsadga muvofiq. Bu harorat oralig'i gaz, suyuq va qattiq mahsulotlarning hosil bo'lish imkonini beradi. Gaz mahsulotlar tarkibi asosan CH₄ va ba'zi CO, N₂ va O₂ bo'lishi aniqlangan. Suyuq mahsulotlar - bu yoqilg'i moylarga o'xshash suyuqlik, molekulyar og'irligi 700 dan 400 gacha. Qattiq mahsulotlar tarkibini - koks, mustahkamlovchi elementlar va mineral qo'shimchalar tashkil qiladi.

Piroliz inert yoki kislorodsiz atmosferada qattiq yoki suyuq moddalarni yuqori haroratlarda termokimyoviy ishlov berish jarayoni bo'lib, jarayon tezligi haroratga bog'liq. Termokimyoviy ishlov berish jarayonlari odatda ekvivalent nisbati bo'yicha tasniflanadi. Bu stexiometrik yonish uchun zarur bo'lgan havo miqdoriga nisbatan aniqlanadi. Piroliz uchun ekvivalentlik nisbati 0 ga yonish uchun ekvivalentlik nisbati esa 1 ga teng yoki undan katta, parchalash uchun ekvivalentlik nisbati 0,25 va 0,50 orasida o'zgarib turadi [11; 1-12 b].

Piroliz reaksiyalarining asosiy guruhlari birlamchi, ikkilamchi va uglerod hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalarga bo'linadi. Ushbu turdagi reaksiyalarning faollanish energiyalarini ketma-ket joylashtirish mumkin:

$$E_3 > E_1 > E_2,$$

bu yerda:

E_1 - birlamchi reaksiyalarning faollanish energiyasi;

E_2 - ikkilamchi reaksiyalarning faollanish energiyasi;

E_3 - elementar parchalanishning faollanish energiyasi.

Agar jarayonning maqsadi alkenlarni olish bo'lsa, reaksiya yuqori haroratda amalga oshirilishi kerak, shunda birlamchi reaksiyalar tezligi ikkilamchi jarayonlar tezligidan yuqori bo'ladi. Biroq, haroratni 900°C dan yuqoriga ko'tarilsa parchalanish reaksiyalari sezilarli darajada boshlanadi. Past molekulyar massali alkenlarni olish uchun jarayonni past bosim ostida bajarish kerak. Shu bilan birga, jarayonning texnologik xususiyatlari, qisqa reaksiya vaqtini ta'minlash uchun yuqori oqim tezligini talab qiladi, muhim gidravlik qarshiliklarni yengib o'tish bilan bog'liq bo'lib, bu esa yuqori bosim hosil qiladi. Uglevodorod bosimining pasayishiga xomashyoni inert moddalar (odatda suv bug'lari) bilan suyultirish orqali erishiladi. Uglevodorodlarning piroliz tezligi molekulyar vodorod ishtirokida ortadi [12; 246-252b.].

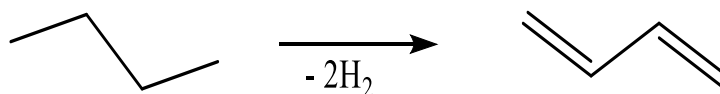
Piroliz jarayonida sodir bo'luvchi barcha reaksiyalarni ikkiga: birlamchi va ikkilamchi reaksiyalarga ajratish mumkin.

Birlamchi reaksiyalar vaqtida asosan, parafin uglevodorodlarini parchalanishi natijasida kichik molekulyar massali uglevodorodlar hosil bo'ladi. Reaksiya issiqlik yutilishi va hajmning ortishi bilan boradi.

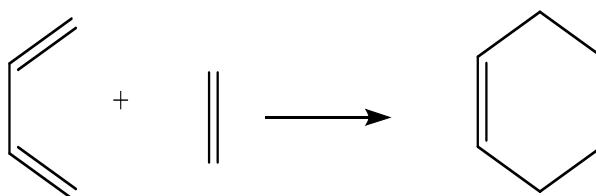
Ikkilamchi reaksiyalar pirolizning keyingi bosqichlarida issiqlik chiqishi va hajmning kamayishi bilan boradi. Demak, piroliz jarayonida asosiy reaksiya, ya'ni parchalanish bilan birga, qo'shimcha reaksiyalar olefinlarni gidrirlash va degidrirlash, kondensatsiya, sikllanish, polimerlanish ham sodir bo'ladi [13; 40 b, 14; 23-25 b.].

Piroliz natijasida polisiklik aromatik uglevodorodlar quyidagi ikkilamchi reaksiyalar natijasida hosil bo‘ladi [15; 342b, 16; 109b, 17; 593b.].

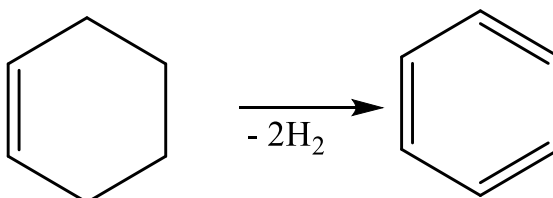
1. Alkanlarning degidrogenlanishi:



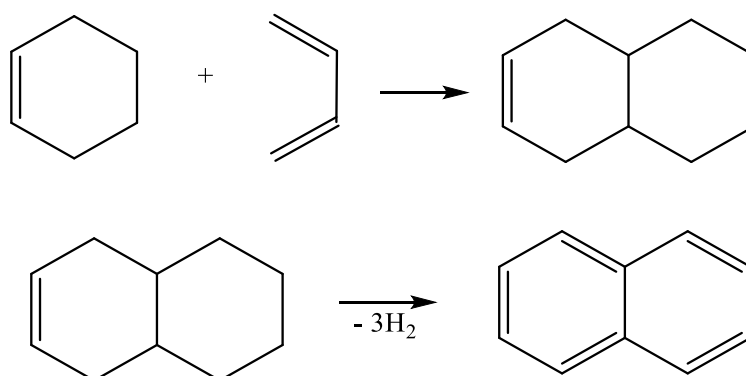
2. Siklizatsiya reaksiyasi(Dils-Alder):



3. Sikloalkenlarning degidrogenlanishi:



4. Polisiklik birikmalar hosil bo‘lishi:



Piroliz jarayonida quyidagi reaksiyalar sodir bo‘ladi:

-birlamchi kreking: C-C bog‘ning uzilishi bilan boradigan reaksiyalar.

-ikkilamchi kreking: C-H bog‘ning uzilishi bilan boradigan reaksiyalar.

-degidrogenlanish reaksiyalari.

-olefinlarning sikillanishi (Dils-Alder reaksiyasi.)

-sikloolefinlarning degidrogenlash reaksiyasi.

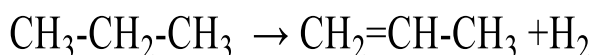
-kokslanish reaksiyasi.

Birlamchi reaksiyalar, ya'ni parafinlarni parchalanishi ikki xil yo'nalishda borishi mumkin:

a) C-C bog'ni uzilishi hisobiga to'yingan va to'yinmagan uglevodorodlar hosil bo'ladi:



b) C-H bog'ni uzilishi hisobiga (degidriqlash reaksiyasi):



Termodinamik jihatdan birinchi reaksiyaning borish ehtimoli ko'proq, chunki C-C bog'ning uzilish energiyasi C-H bog'nikiga nisbatan kamroq. Etanni pirolizida esa buning aksi, degidriqlash reaksiyasi borish ehtimoli ko'proq:



Yuqorida ko'rilgan ikkita reaksiya ham issiqlik yutilishi bilan, ya'ni endotermik tarzda sodir bo'ladi. Demak, jarayon borishi uchun yuqori temperatura va past bosim talab etiladi [18; 87b.].

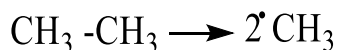
Piroliz radikal-zanjirli mexanizm asosida sodir bo'ladi. Jarayonning nazariy asoslarini yaratishda N.N. Semenov, V.V. Voevodskiy, A.I. Dinses va boshqalar katta hissa qo'shgan.

Radikal-zanjirli mexanizmning borishi uch bosqichdan iborat:

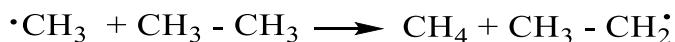
- inisirlash (faol markaz hosil bo'lishi);
- zanjirning davom etishi;
- zanjirning uzilishi.

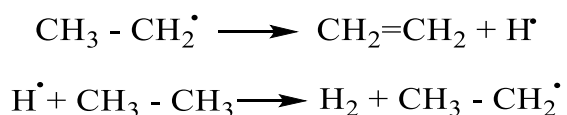
Parafinlar piroliz jarayoni mexanizmini, etan misolida ko'ramiz.

1. Jarayonning birinchi bosqichi inisirlash reaksiyasi:



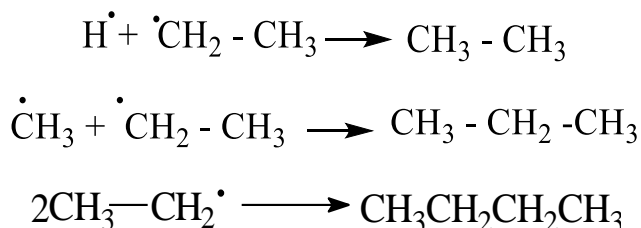
2. Zanjirning davom etishi:





3. Zanjir uzilishi ikki xil usulda borishi mumkin:

a) rekombinatsiya usuli:



b) disproporsionirlash usuli

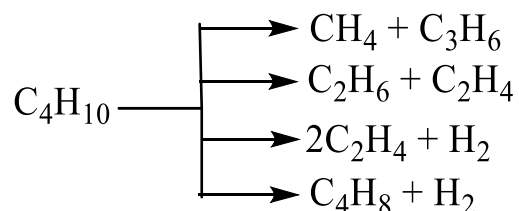


1.1 - jadval

Piroliz jarayonida hosil bo'lgan pirogazni uglevodorod xomashyosi tarkibiga bog'liqligi

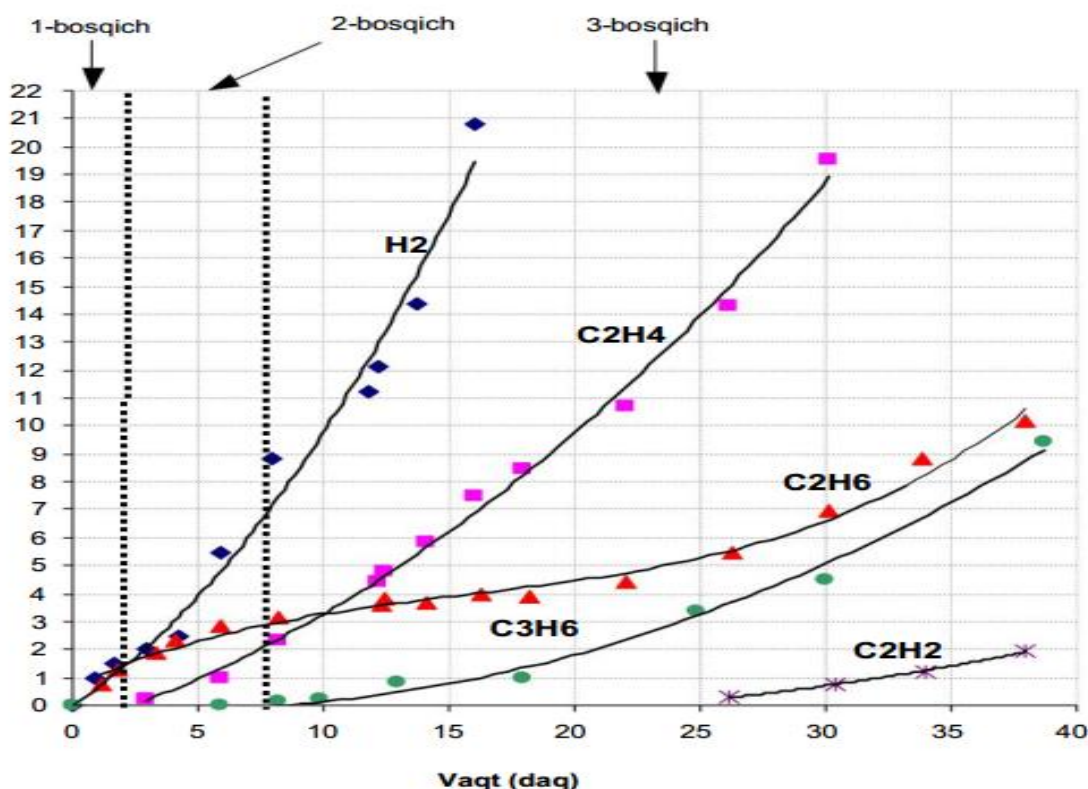
Hosil bo'luvchi komponentlar, % (mass.)	Etan pirolizi – 850-900 °C	Butan pirolizi – 800-850°C	Birlamchi haydalgan benzin pirolizi - 800-900°C	Yengil gazoyl pirolizi- 750-800°C
Vodorod	3,4	1,3	1,0	0,7
Metan	3,4	21,6	16,6	11,5
Atsetilen	0,2	0,4	0,4	0,3
Etilen	48,7	37,8	29,3	25,0
Etan	39,3	5,1	4,0	3,4
Propilen	1,1	17,3	16,4	14,5
Divinil	1,1	3,6	5,6	5,1
Butenlar	0,2	1,5	4,4	3,9
Benzol	0,6	2,5	7,1	7,0
Og'ir smola	0,1	0,6	5,2	9,1

Butan pirolizi natijasida quyidagi mahsulotlar hosil bo‘lishi mumkin:



Piroliz natijasida hosil bo‘ladigan mahsulot unumi, destruksiyaga uchrash darajasi xomashyoning uglevodorod tarkibiga bog‘liq [10; 15-27b.]. C₂-C₄ tarkibli gazlar, benzin va gazoyl fraksiyalaridagi n-parafinlarni piroliz qilish natijasida, asosan pirogaz hosil bo‘ladi (1.1 –jadvalga qarang).

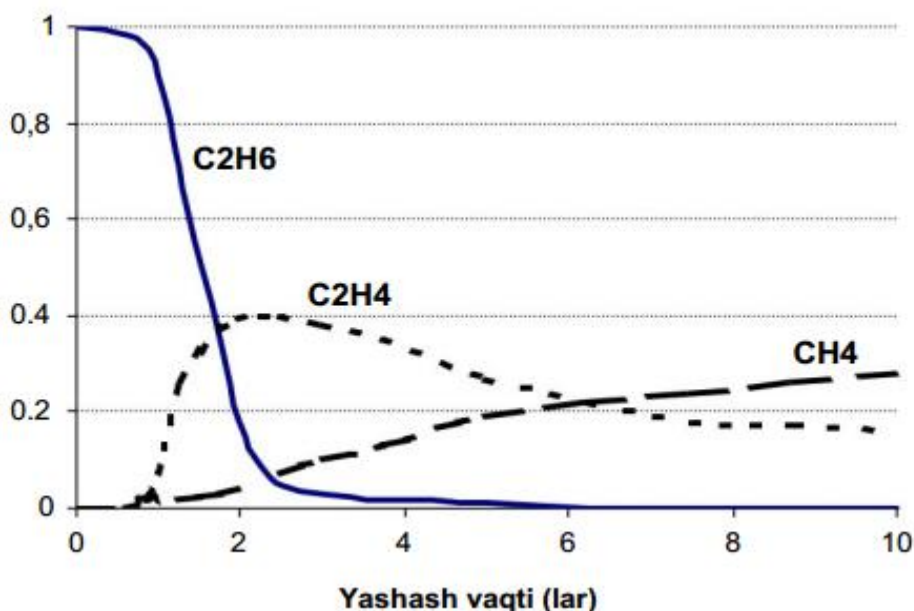
Tarmoqlanmagan normal tuzilishli parafin uglevodorodlar pirolizi natijasida eng ko‘p past olefinlar hosil bo‘ladi. 1.1-jadvaldan etanni pirolizida etilenning chiqimi eng ko‘p ekanligi ko‘rinadi. Uglevodorodlarni molekulyar og‘irligi ortishi bilan etilen hosil bo‘lishi kamayadi, C₄ olefinlar miqdori ko‘payadi, etilen va propilen nisbati kamayadi. Izoparafinlar qiyinroq pirolizlanadi va hosil bo‘ladigan olefinlar miqdori kam bo‘ladi [20; 17-41b.].



1.2- rasm. Statik tizimda metanning 765 °C haroratda piroliz mahsulotlarining unumi

Yuqori haroratlarda metanni piroliz qilish jarayonida sodir bo'ladigan reaksiyalar ketma-ketligi quyidagi tadqiqot ishlarida keltirilgan adabiyotlarda o'rganilgan [21; 335 b, 22; 108 b.]

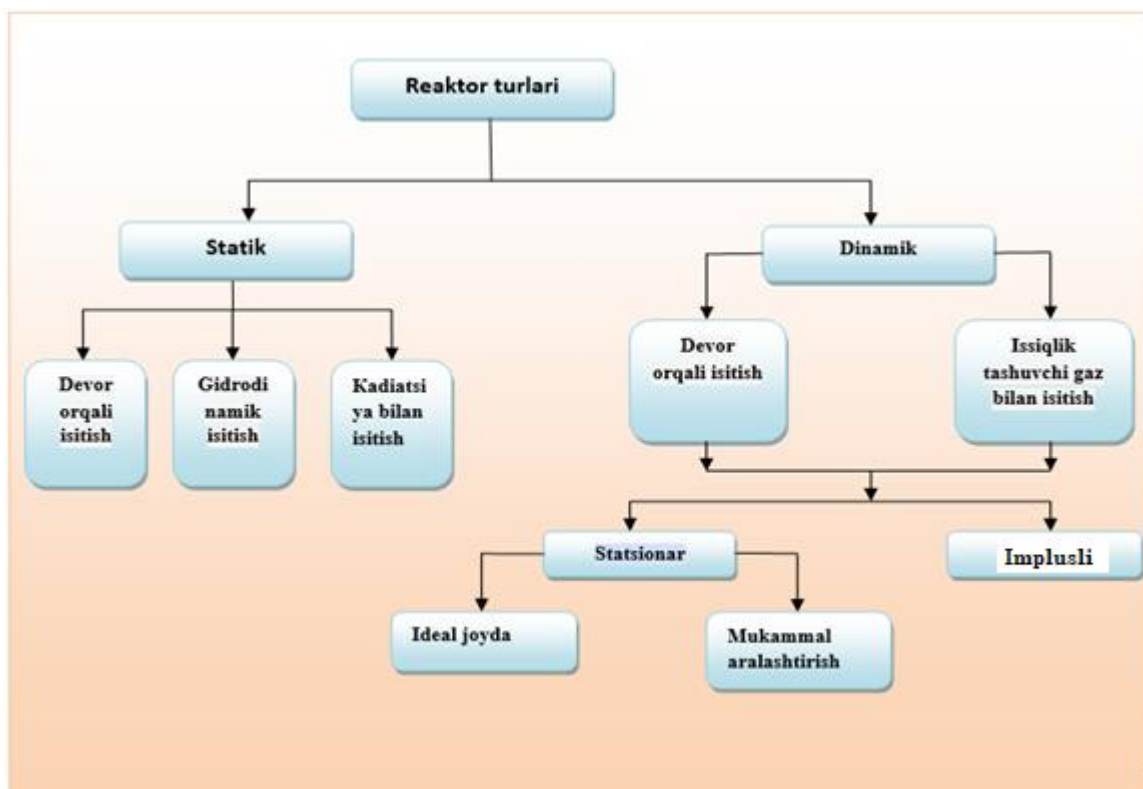
Etanning piroliz jarayoniga reaksiya vaqtning ta'siri o'rganilgan. 912°C haroratda etanning o'tish tezligi 1,96 sekund bo'lganda etilen unumi eng yuqori bo'lishi aniqlangan [23; 40 b., 24; 442 b, 25; 463b, 26; 133 b, 27; 412 b.].



1.3- rasm. Etanning 912 °C haroratda piroliz mahsulotlarining unumi

Piroliz endotermik jarayon bo'lishi energiya balansini va jarayonning issiqlik samaradorligini aniqlash samarali piroliz reaktorini loyihalashda asosiy hisoblanadi. Pirolizni boshlash uchun qayta tiklanadigan energiya yoki quyosh-issiqlik energiyasidan foydalanish jarayonni yanada tejamkor bo'lishini taminlaydi [28; 222b.].

Uglevodorodlarning piroliz mexanizmini o'rganish har xil turdagi reaktorlarda o'tkazilishi mumkin: statik va dinamik (oqimda), impulsli yoki statsionar; issiqlik bilan ta'minlash usuli ham boshqacha bo'lishi mumkin. Mavjud reaktorlarning turlari 1.4 - rasmda keltirilgan. U reagentlarni issiqlik bilan ta'minlash usuli va ular oqimining gidrodinamik rejimiga asoslangan [14; 23-25b.].



1.4- rasm. Piroliz reaktorlarning turlari

Piroliz reaktorlarining izotermik va izotermik bo‘lmagan turi mavjud. Agar reaktorning butun hajmida jarayon davomida o‘zgarmas haroratga erishish mumkin bo‘lmasa, bu izotermik bo‘lmagan reaktor deyiladi. Sanoatda piroliz jarayoni isitiladigan trubkasimon pechlarda olib boriladi. Jarayonga quyidagi texnologik parametrlar ta’sir etadi: temperatura, xomashyoni reaktorda bo‘lish vaqti va suv bug‘i konsentratsiyasi (suyultirgich). Temperatura ko‘tarilishi bilan reaksiya tezligi ortadi. Piroliz jarayoni unumi xomashyoni reaksiya muhitida bo‘lish vaqtiga ham bog‘liq. Suv bug‘ini piroliz reaktorlariga yuborishdan asosiy maqsad uglevodorodlarni parsial bosimini pasaytirish va oraliq reaksiyalar tezligini kamaytirishdan iborat. Suv bug‘i konsentratsiyasi ortishi bilan etilen, buten, butadien hosil bo‘lishi ko‘payadi, aromatik uglevodorodlar unumi kamayadi [29; 964-978b, 30; 169-172b.].

Uglevodorodlar pirolizi jarayoni

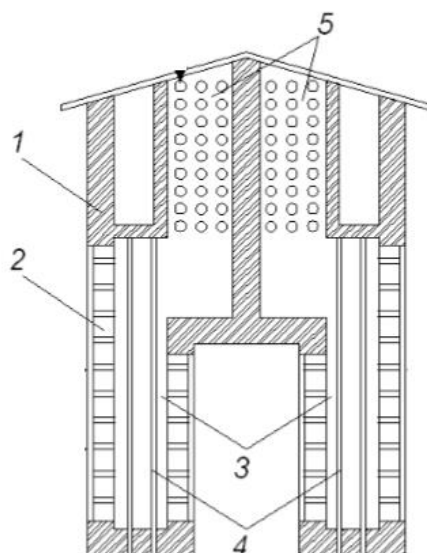
Piroliz jarayoni sanoat miqyosida XIX asr oxiridan boshlab qo‘llanila boshlangan. Bunda asosan neftni kerosin fraksiyasidan gaz olingan. XX asrning 50-yillaridan esa piroliz natijasida etilen, propilen, butenlar, butadiyen,

siklopentadiyen, benzol, toluol ksilollar va boshqalar olingan. 1980 yilga kelib, dunyo miqyosida olinadigan neft va gazning 6%, 2015 yilga kelib 28% dan ortig'i piroliz jarayoni uchun xomashyo sifatida qo'llanilgan va turli xil uglevodorodlar olingan. Neftni qayta ishlash natijasida hosil bo'ladigan gazlar, benzin va gazoyl fraksiyalari piroliz jarayonining asosiy xomashyosi hisoblanadi.

Piroliz jarayoni yuqori haroratda qizdiriladigan reaktorlarda olib boriladi. Ushbu jarayonga quyidagi texnologik parametrlar ta'sir etadi: harorat, xomashyoni reaktorga berish vaqti, suv bug'i konsentratsiyasi (suyultirgich) va boshqalar. Harorat ko'tarilishi bilan reaksiya tezligi ortadi. Piroliz jarayoni unumdorligi xomashyoni reaksiya zonasida bo'lish vaqtiga bog'liqdir [31; 254-256 b.].

Piroliz reaktorlariga suv bug'ini yuborishdan asosiy maqsad, uglevodorodlarning parsial bosimini pasaytirish va oraliq reaksiyalar tezligini kamaytirish hisoblanadi. Suv bug'ini konsentratsiyasi ortishi bilan etilen, buten, butadiyen hosil bo'lishi ham ortadi, aromatik uglevodorodlar unumi esa kamayadi.

Piroliz jarayoni piroliz pechida («1.5-rasmga qarang») 850-870°C haroratda olib boriladi. Suyuq yoki gazsimon yoqilg'i 2-gorelkaga yuboriladi va yoqiladi, piroliz pechining 3-seksiyasi 4-vertikal trubalardan tashkil topgan. Harorat rejimiga alohida e'tibor beriladi va bunda piroliz jarayoni trubalarda sodir bo'ladi. Qisman sovutilgan gaz 5-konversiya kamerasiga keladi. Bu yerdagi trubalarda xomashyo kerakli haroratgacha qizdiriladi, shundan so'ng ular trubalarning radiant seksiyasiga boradi va piroliz mahsulotlari qayta ishlash bosqichiga ketadi.



1.5-rasm. Piroliz pechining sxemasi:

1-korpus; 2-panel gorelkalar; 3-radiant kameralar;

4-vertikal trubalar; 5-konveksion kamera.

Zamonaviy piroliz qurilmalarining ichki qavatlari baland bo‘ladi. Metanni piroliz jarayoni trubkasimon pechlarda olib borilib, uning gorelkasiga yoqilg‘i va havo yuboriladi. 2, 3 va 4-issiqlik almashtirgichlardan yonuvchi gazlarning chiqadigan piroliz jarayoniga kelayotgan uglevodorod xomashyosini bug‘latish va isitish uchun issiq suv kondensatidan foydalaniladi [32; 287 b, 33; 32-34 b].

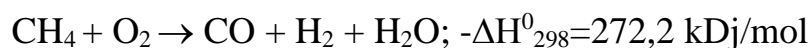
Metandan piroliz usulida atsetilen olish

Metan tabiiy energiya manbai hisoblanadi. Hozirgi vaqtda metan sanoatda energiya, shuningdek, sintez gazi, vodorod, galogen hosilalari va NCN ishlab chiqarish uchun ishlatiladi [34; 313 b.].

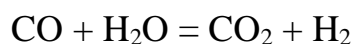
Uglevodorodlar pirolizi jarayonida ko‘plab birikmalar qatori atsetilen hosil bo‘ladi. Atsetilen olishda yuqori endotermik piroliz reaksiyalarining 4 turi mavjud: regenerativ piroliz, elektrokreking, gomogen piroliz va oksidlanish pirolizi [35; 134 b.].

Pirolizning ushbu usullari sanoatda keng qo‘llaniladi, lekin ular orasida eng samaralisi oksidlanish pirolizi hisoblanadi [33].

Kislorod kam holatda va yuqori temperaturada metanning yonishi asosan quyidagi reaksiya asosida sodir bo‘ladi:



Reaksiya tezligi yuqori bo'lib atsetilenning hosil bo'lishi kislorodsiz muhitda amalga oshadi. Bu yerda uglerod oksidi konversiyasi ham ro'y beradi:



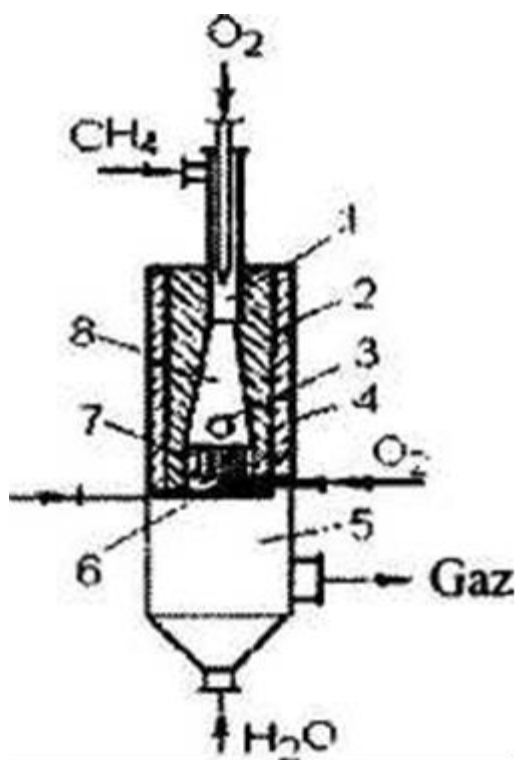
Tajribada taxminan 1/3 kislorod suv; 10-15% CO₂ va 50-55% CO hosil bo'lishi uchun sarflanadi.

Jarayon avtotermik sharoitda sodir bo'lgani sababli, metanni parchalanishi uchun kerakli bo'lgan 1500°C haroratni ushlab turish uchun CH₄ va O₂ boshlang'ich hajmlari nisbati 100: (60/65) bo'lishi kerak. Metanni o'z-o'zidan yonishi bir necha induksiya davri orqali sodir bo'ladi va induksiya davrining davomiyligi harorat va bosimga bog'liqdir. Metan-kislorodli aralashmalar uchun atmosfera bosimi va 600°C haroratda induksiya vaqti ≈ 2

Kislorodsiz piroliz ikki xil haroratda olib borilishi bilan xarakterlanadi: ya'ni 600-950°C haroratda asosan etan va etilen hosil bo'ladi, 950°C dan yuqori haroratda esa atsetilen hosil bo'lishi unumi ortadi, etan va etilen miqdori esa kamayadi [36; 208 b., 37; 91 b.]. Pirolizda metan va kislorod nisbati 15/1 va 9/1 ga teng bo'lgan kislorod ishtiroksiz oksidlanish olib borilsa jarayonda C₂ - uglevodorodlarning hosil bo'lishi selektivligi bilan farq qiluvchi ikki xil haroratda boradi. Vodorod qo'shilishi bilan metan pirolizi faqat yuqori haroratda atsetilenning hosil bo'lishi bilan boradi [38; 6 b.].

Metanning oksidlanish piroliz reaktorlarining («1.6-rasmga qarang») qobig'i yuqori haroratga chidamli material bilan qoplangan. Metan va kislorod 1- aralashtirish kamerasiga 3-saqlovchi membranali 8-diffuzordan o'tadi va 7-yondiruvchi plitaning naychasiga keladi, u yerga stabillangan kislorod yuboriladi. 4-kamerada metanni chala yonishi natijasida, atsetilen va qurum hosil bo'ladi, 6-forsunkalar orqali esa suv sepiladi. Natijada piroliz mahsulotlari sovuydi, hosil bo'lgan piroliz gazi 5- kameraning pastki qismidan chiqariladi, u yerda hosil bo'lgan koks yig'iladi va suv bilan birgalikda tashqariga chiqariladi. Oksidlanish pirolizining oddiy sharoitida yonish uchun 55% metan; atsetilen olish uchun 23-

25%; qurum hosil bo'lishi uchun 4% metan sarf bo'ladi, kislorodning konversiya darajasi 99% ga yetadi.



1.6-rasm. Metandan atsetilen olishda qo'llaniladigan oksidlanish piroliz reaktorining sxemasi:

1-aralashtirish kamerasi; 2-korpus; 3-saqlovchi; 4-yonish kamerasi; 5-pastki kamera; 6-purkagich; 7-yondirish plitasi; 8- diffuzor.

Piroliz natijasida hosil bo'lgan gazlarning tarkibi murakkab bo'lib, faqat oksidlanish va gomogen pirolizda 7-9 %, elektrokreking va regenerativ pirolizda esa 11-14 % atsetilen hosil bo'ladi. Undan tashqari hosil bo'lgan gazlarning asosiy komponentlari quyidagicha: H_2 -45-55; CH_4 -5-25 %; oksidlanish va gomogen pirolizda CO 26-27 %; CO_2 3-4%; atsetilen gomologlari 0,2-0,3 % boshqa gazlar esa 1,0-1,5% ni tashkil qiladi. Birlamchi fraksiya bosqichida olingan qatron qurum ishlab chiqarish uchun ishlatiladi [39; 19 b; 41-43 b]

Reaktordan chiqadigan oqava suvlar tarkibida 0,1-3,0 mass. % qurum zarrachalari bo'ladi. Bu holat barcha sanoat korxonalarini uchun keng tarqalgan muammo hisoblanadi. Bunga sabab qurum bir necha nanometrdan millimetrgacha bo'lgan mayda zarrachalarning yig'indisidan iboratligidir.

“NAVOIYAZOT” AJ da yuqori haroratli atsetilen sintezi zonasida hosil bo‘lgan qurumning zarrachalari 20-300 nm oralig‘ida bo‘lib, ular ishlab chiqarishning o‘ziga xos texnologik parametrlariga qarab 1 mm gacha aglomeratsiyalanadi. Reaktorga suv bilan purkalangandan so‘ng qurum zarrachalari suvning butun hajmi bo‘ylab suspenziya shaklida bo‘lishi va qurum namlanmaganligi uchun suv yuzasida suzib yuradi [41; 43 b.].

Qurumni suvdan ajratib olish uchun filtr qurilmalaridan foydalaniladi, lekin zarrachalarning o‘lchami kichikligi sababli, qurumni suvdan ajratish qiyin texnologik jarayon hisoblanadi. Shuning uchun ko‘plab tadqiqotchilarning ilmiy ishlari ushbu muammoga bag‘ishlangan. Odatda atsetilen ishlab chiqarishda ifloslangan suv yopiq qayta ishlash sikli orqali yuboriladi [41; 256 b.].

Tadqiqotchilar o‘z ilmiy ishlarida [42; 35-36 b.] neodim oksidi asosida murakkab katalizatorlardan foydalanishni taklif qilgan. Katalizator sifatida neodim oksidi (Nd_2O_3) yordamida ortiqcha kislorod ishtirokida gaz aralashmalaridan bir vaqtning o‘zida qurum va NO_x ni olib tashlash jarayonlari o‘rganilgan. Katalizator tarkibidagi kaliy, natriy, marganes, MnO_2 larning tarkibining jarayon samaradorligiga ta’siri aniqlangan. Taklif etilayotgan jarayonda qurumning alanganish harorati 500°C dan 330°C gacha pasaytirilishi va NO_x ni 75.4 % ga aylantirishni, mahsulot sifatida esa molekular N_2 ishlab chiqarilishi aniqlashgan.

1.2-&. Piroliz jarayoni ikkilamchi mahsulotlari tarkibi va qayta ishlash usullari

Markaziy Osiyoda yirik polimer mahsulotlari ishlab chiqaruvchi “Uz-Kor Gas Chemical” MChJ ga qarashli Ustyurt gaz-kimyoy majmuasi yiliga asosiy mahsulotlar: 387 ming tonna polietilen, 83 ming tonna polipropilen va ikkilamchi mahsulotlar: 102 ming tonna piroliz distillyati, 8 ming tonna piroliz moyi, 10 ming tonna qoldiq mahsulot ishlab chiqaradi [43; 1b.].

Piroliz reaktorlarida hosil bo'ladigan olefinlarning reaksiyon muhitida ikkilamchi reaksiyalar hisobiga hosil bo'ladigan piroliz kondensatining fizik xossalari va kimyoviy tarkibi tahlil qilingan [44; 1-5b.]. Jarayon mahsulotlari tarkibi va pirokondensat miqdorining o'zgarishiga ta'sir qiluvchi omillar o'rganilgan. Pirolizning suyuq mahsulotlarini qayta ishlashning asosiy yo'nalishlari va ishlatilish sohalari keltirilgan.

“Uz-Kor-Gaz Chemical” MChJda uglevodorod xomashyosini piroliz qilish jarayonida hosil bo'lgan pirokondensatning fizik xossalari va kimyoviy tarkibi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari tahlil qilindi. Piroliz reaksiyasi mahsulotlari pirokondensatining tarkibi va miqdoriy o'zgarishiga ta'sir qiluvchi omillar ko'rib chiqildi [45; 1-6b].

Ikkilamchi piroliz mahsulotlari – piroliz distillyati, piroliz moyi va qoldiq mahsulotlarning kimyoviy tarkibi o'rganilgan. Piroliz distillyati sariq rangdan och malla rangli yengil yoqimsiz hidli suyuqlik. Uning tarkibida 6-12 gacha uglerod saqlagan arenalar va olefinlar mavjud. Ulardan massa jihatdan olefinlar 23,7%, arenalar 67,18% va alkanlar, dienlar, sikloalkanlar ham mavjud. Piroliz moyi to'q jigarrangdan to'q yashil ranggacha bo'lgan hidsiz moysimon suyuqlik. Mahsulot tarkibi hom ashyoga bog'liq bo'ladi. Piroliz moyi tarkibida asosan naftalin 41,51%, 2-metilen naftalin 16,25%, shuningdek inden - 9,33%, 1-metilnaftalin va 1,6-dimetilnaftalinlar borligi aniqlangan[46; 1-6b.].

Pirolizning suyuq fraksiyasi (C_5) ikki bosqichda qayta ishlanadi. Bu fraksiya beshta uglerod saqlagan alkan, olefin va dienlardan iborat. Birinchi bosqichda C_5 fraksiyasi 1,3-dienlarni ajratish uchun malein anhidrid bilan qayta ishlanadi. Ikkinchi bosqichda benzol C_5 fraksiyadan olingan olefinlar bilan alkillanadi. Malein anhidrid bilan qayta ishlash natijasida xomashyo 90% gacha 1,3-dienlardan tozalanadi. Olingan aralashma tarkibidan dienlar osonlik bilan olinadi va mahsulotlardan epoksid smolasi yoki murakkab efirli plastifikator ishlab chiqariladi. Alkillash jarayonida $AlCl_3$ katalizatoridan foydalanilgan, reaksiya natijasida olingan alkilbenzol va sikloalkanlar yuqori oktan soniga ega yoqilg'ilar va erituvchilar sifatida ishlatiladi. Qolgan parafin, izoparafin va naftenlarni qaytadan piroliz jarayonida ishlatish mumkin. 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. [47; 416-418b.].

Ushbu ishda [48; 102-105b.]piroliz moyining kimyoviy tarkibini aniqlash usuli keltirilgan. Individual moddalarni aniqlash xromato-massspektrometr va ^{13}C YaMR -spektroskopiya usullari bilan amalga oshirilgan. Namunani to'g'ridan-to'g'ri quyish orqali aralashmaning 13 komponenti miqdori xromatografik tahlil usuli bilan aniqlangan. Tavsiya etilgan to'g'ridan-to'g'ri tahlil usuli korxonalariga kelib tushgan chiqindilar tarkibini nazorat qilish imkonini beradi. Piroliz moyi fraksiyalarini tahlil qilish qo'shimcha ravishda 30 dan ortiq qatron komponentlarini, shu jumladan tarkibi 1 % dan past bo'lgan tarkibiy qismlarni aniqlashga imkon beradi. Olingan natijalardan piroliz moyi tarkibida 10,2-10,7% naftalin borligi aniqlangan.

Pirolizning og'ir smolasini bitumga qo'shish orqali uning xossalari o'zgarishi o'rganilgan. Past molekulyar og'irlikdagi polietilen va og'ir piroliz moyining qoldiqlari bitumning yumshash haroratini oshirish imkonini beradi. Ignaning kirib borish chuqurligi, cho'ziluvchanlikni oshirish, mo'rtlashuv haroratini pasaytirish, mineral materiallar yuzasiga yopishishni yaxshilash va kompozitsiyalarning eskirish qarshiligini ta'minlash, polimer-bitum kompozitsiyalarining mustahkamligini issiqlikka yuqori haroratga chidamliligini oshiradi. Bu esa yo'l yuzasining yuqori sifatini oldindan bashorat qilish imkonini beradi [49; 31-33b.].

Piroliz moyi ($T \leq 300$ °C) tarkibi o'rganilgan bo'lib, uning tarkibida 40 dan ortiq komponentlar borligi aniqlangan. Ular asosan naftalin va to'yinmagan birikmalardan iborat. Piroliz moyining inisiatorlar (dikumil peroksid va di-tret-butilperoksid) ishtirokida polimerlanish jarayoni olib borilgan [50; 633-638b.].

Piroliz moyi asosida naftalin olishning bir qancha usullari malum. Ulardan biri atmosfera bosimida suv bug'i bilan haydash orqali olish hisoblanadi. Jarayonning texnik parametrlari o'rganilgan va suv bilan azeotrop rektifikatsiya

jarayoni samara bergan. Dastlabki aralashmani ajratish natijasida 40% gacha naftalin fraksiyasi olingan [51; 304-309b.].

Sanoatda piroliz jarayoni ikkilamchi mahsuloti og‘ir piroliz qatronining uglevodorodlar tarkibi, fizik - kimyoviy xossalari xomashyoning turiga, jarayonning texnologik rejimiga, suv bug‘ining sarflanishiga qarab o‘zgarishi aniqlangan. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, piroliz qo‘shimcha mahsulotlarining sifati bir turdagi xomashyoni qayta ishlashda ham o‘zgaradi. Bunda piroliz jarayonida asosiy omil texnologik rejim hisoblanadi [52; 60-63b.].

Avtotermik pirolizning boshqa bir ko‘rinishi gomogen piroliz deb ataladi. Ushbu holda xomashyo (masalan, metan) ning bir qismi va kislorod alohida uskunada biriktiriladi va keyin yonish mahsulotlari yuqori bo‘lmagan 1200-1500°C temperaturada xomashyoning asosiy qismi bilan piroliz haroratigacha ko‘tarib aralashtiriladi. Avtotermik pirolizning asosiy kamchiliklari: pirogazda 20% gacha CO va CO₂ mavjudligi uni tozalashni qiyinlashtiradi; xomashyoning bir qismi to‘g‘ri maqsadga sarf qilinmaydi.

Keyingi vaqtlarda adiabatik sharoitdagi piroliz keng tarqalmoqda. 650-750 °C gacha isitilgan xomashyo 925-950 °C li o‘ta qizdirilgan suv bug‘i bilan aralashtiriladi. Jarayonni kamchiliklari sifatida ikki pechni mavjudligi – biri xomashyoni isitishga, ikkinchisi suv bug‘ini qizdirishga ishlatiladi, oqibatda kapital xarajatlarni ko‘paytiradi. Neftkimyo sintezi sanoati olefin uglevodorodlarning sifatiga juda yuqori talablar qo‘yadi. Shu sababli, olefin tarkibli gazlar qanday usul bilan olinishidan qat‘iy nazar ajratish jarayonidan avval xomashyoni neftkimyo sinteziga tayyorlaydigan ma‘lum operatsiyalarga uchratilishi lozim.

Odatda dastlabki tayyorlash quyidagi operatsiyalarni o‘z ichiga oladi:

- a) mexanik qo‘shimchalardan tozalash;
- b) qo‘lansa hidli birikmalardan tozalash;
- d) quritish.

Mexanik qo‘shimchalardan tozalash: Gazlar temir oksidi va sulfidi hamda boshqa mahsulotlarni o‘z ichida saqlashi mumkin. Ular apparaturani korroziyasi

oqibatida hosil bo'lishi mumkin gazlardan mexanik qo'shimchalami chiqarib yuborishni turli usullari mavjud:

- 1) mexanik qo'shimcha zarrachalarini og'irlik kuchlari yoki markazdan qochma kuchlar ta'sirida cho'ktirish;
- 2) g'ovak materiallar orqali gazlarni filtratsiyasi;
- 3) yuqori kuchlanish maydonida elektr yordamida cho'ktirish;
- 4) moy qatlami orqali yoki moy bilan gazni qarama-qarshi oqimda yuvish - bu eng ko'p qo'llaniladigan usul.

Mexanik qo'shimcha zarrachalarini va suyuqlik tomchilarini olib chiqib ketilishini oldini oluvchi mukammal usuli - bu gazni metall setkadan tayyorlangan matlar orqali o'tkazishdir. Qalinligi 10-12 sm qilib tayyorlangan bunday matlar gaz o'tkaziluvchi kolonnalarga bir necha qavat qilib o'rnatiladi.

Og'ir piroliz qatronining unumi va tarkibi dastlabki uglevodorod xomashyosi va jarayon shartlariga bog'liq. Texnologik parametrlarning ma'lum chegaralarda o'zgarishi gazli piroliz mahsulotlarida past molekulyar og'irlikdagi olefinlar tarkibining o'zgarishiga, shuningdek qo'shimcha mahsulotdagi suyuq mahsulotlarning sifat va miqdoriy tarkibining o'zgarishiga olib keladi. Tadqiqotlar natijasida to'g'ridan-to'g'ri ishlaydigan benzin pirolizi uchun optimal jarayon shartlari aniqlangan. Bu uglevodorodlarning past molekulyar og'irlikdagi olefinlarga maksimal darajada aylanishi bilan ko'p qismini o'z ichiga olgan og'ir qatronlar rentabelligini sezilarli darajada oshiradi. Ulardan naftalin, bifenil, inden va ularning alkil hosilalarini ajratib olish mumkinligi keltirilgan [53; 29-35b.].

Neft-kimyxo sanoati ishlab chiqarish quvvatining oshishi qo'shimcha mahsulotlar ishlab chiqarishni kamaytirishni talab qiladi. Pirolizning ikkilamchi mahsulotini ishqor va sirka kislotasi ishtirokida havo bilan oksidlash orqali turlicha mahsulotlar olish mumkin. Ishda [54; 1-4b.] pirolizatning yengil qatroni oksidlanishi orqali tovar mahsulotlarini olish imkoniyatlari tahlil qilingan.

Hozirgi vaqtda naftalin zarur mahsulot bo'lib bormoqda, u mono- va polisulfokislotalar sintezida, ftal angidrid, bo'yoq va boshqa mahsulotlar va oraliq mahsulotlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Naftalindan beton uchun

superplastifikatorlar olish yoʻnalishi ham faol rivojlanmoqda. Maqola [55; 211-214b., 56; 10b.] mualliflari uglevodorod xomashyosi pirolizining suyuq mahsulotlarining bir qismidan naftalin olish usulini patentlaganlar. Shu jumladan oddiy atmosfera, soʻngra azeotropik rektifikatsiyaga uchragan naftalin konsentrati chiqarish bilan vakuumli distillash, keyin esa kristallanish va presslash bosqichiga yuboriladi va GOST 16106 talablariga javob beradigan “tozalangan naftalin” mahsulot olinadi.

Ishda [57; 20-21b., 58; 1130-1133b.] $TiCl_4-Al(C_2H_5)_2Cl$ katalitik sistemasi taʼsirida fraksiyalarning toʻyinmagan birikmalarini polimerlash yoʻli bilan olingan neft polimer smolalari assortimentini kengaytirish uchun uglevodorod xomashyosining suyuq piroliz mahsulotlarining turli fraksiyalaridan foydalanish imkoniyati koʻrsatilgan.

Maqolada [59; 1-6b.] bugungi kunda neft va gaz xomashyosi asosidagi polimer mahsulotlari, xususan, polietilen va polipropilen ishlab chiqarish quvvatlarining oʻzgarishi tahlil qilinadi. Piroliz jarayonida hosil boʻlgan qoʻshimcha mahsulotlarni (pirodistillatlar) qayta ishlashning zamonaviy usullari ham keltirilgan.

Piroliz moyi - bu pirolizning ikkilamchi mahsuloti boʻlib, uning tarkibi xomashyoga bogʻliq boʻlib, qaynash harorati $180^{\circ}C$ dan yuqori boʻlgan uglevodorodlar aralashmasidan iborat. Hozirda piroliz mahsulotlari aniq ishlatilish sohasiga ega boʻlmasdan, aksariyat hollarda bugʻ qozon yoqilgʻisining tarkibiy qismi sifatida ishlatilib kelinmoqda. Pirolizning ikkilamchi mahsulotlari Rossiyada yiliga 325000 tonnaga etadi. Beloruss “Polymir” OAJ “Naftan” zavodida ishlab chiqarishning hajmi yiliga 12000-16000 tonna. Belorus olimlari tomonidan suyuq konsentrat tarkibini xromatografiya natijalarini tahlil qilish natijasida tarkibida 225 dan ortiq individual moddalar borligi aniqlangan. Ular tarkibida ogʻirlik boʻyicha 67 % aromatik uglevodorodlar, xususan naftalin 18% gacha uchraydi [60; 23-26b., 61; 120-121b., 62; 150-185b.]

1.3-&. Piroliz moyi asosida kationitlar olinishi va ularning xossalari

Ionitlar, ion almashinuvchilar, sorbentlar elektrolitlarning suvli eritmalaridan musbat yoki manfiy zaryadlangan ionlarni olishga va shu bilan birga suvli eritmaga ekvivalent miqdordagi boshqa ionlarni chiqarishga qodir bo'lgan qattiq materiallar yoki suyuq eritmalaridir [63; 474-545b.].

Ion almashinuvi jarayonida ishlatiladigan moddalarga ionitlar deyiladi va ular tabiatiga ko'ra anorganik, organik hamda mineral, kelib chiqishiga ko'ra esa tabiiy va sun'iy turlarga bo'linadi. Ion almashinuv jarayoni dastlab quyidagi holatlarda aniqlangan va qo'llanilgan:

1845-yil – o'g'it tarkibidagi ammoniy ionlarining tuproq zarralari tomonidan adsorbsiyalanishi va almashinishi hodisasi aniqlagan;

1855-yil – ion almashinuvchi alyuminosilikatlar tuproq zarrachalaridan olingan va ularni sintez qilish mumkinligi aniqlangan;

1905-yil – qattiq suv seolit bilan yumshatilgan va amaliy foydalanishga topshirilgan;

1930-yil – ion almashinuvchilar ba'zi organik fenollar yordamida sintez qilingan va sintetik ion almashinuvchilar bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan [64; 889-901 b.].

Ion almashinadigan polimer sintetik smolalar faol qismi ion almashinadigan guruhga ega. Ion almashinuvchi materiallar yuqori ekspluatatsion xossalari tufayli ishlab chiqarishning ko'plab sohalarida keng qo'llaniladi. Bunday materiallar dolzarb ijtimoiy va ekologik muammolardan biri atrof-muhitni muhofaza qilishda ham amaliy jihatdan ahamiyatga ega [65; 889-901b.].

Hozirgi kunga kelib ionitlar quyidagi sohalarda samarali foydalanib kelinmoqda:

1. Suvni tozalash, yumshatish yoki deionizatsiya qilishda qo'llaniladi. Ionitlar turli xil ifloslantiruvchi moddalarni, shu jumladan tabiiy organik moddalar, og'ir metall ionlarini, anionlar, sirt faol moddalar, farmatsevtika va bo'yoqlarni olib tashlash uchun suvni tozalashda keng qo'llaniladi. Ularning o'ziga xos afzalliklari shundaki, jarayonni oson amalga oshirish, narxining

arzonligi, qayta tiklanuvchanligi va barqarorligidir. Organik ion almashinadigan qatronlarni sanoatda keng qo'llashga erishilgan bo'lsada, ko'plab tadqiqot guruhlari suvni tozalashni yanada yaxshilash uchun yangi organik ion almashinadigan qatronlarni ishlab chiqish ustida ishlar amalga oshirilmoqda [66; 205-225b., 67; 4469–4477b.].

2. Hidrometallurgik eritmalardan rangli va qimmatbaho metallar olishda qo'llaniladi. Ionitlar suvni tozalash va chiqindi suvlardan yoki suyultirilgan oqimlardan metall ifloslantiruvchi moddalarni olib tashlash uchun ishlatilgan. Biroq, so'nggi 25 yil ichida gidrometallurgiya jarayonlarida turli xil metall aralashmalarini olib tashlash uchun foydalanish sezilarli darajada oshdi. Uran, qimmatbaho metallar, mis, kobalt, nikel, rux va nodir yer elementlari uchun gidrometallurgiya jarayonlarida ion almashinuvchilar qo'llanilmoqda. Chiqindilarni qayta ishlash jarayonida to'plangan yuvish eritmalari qimmatbaho metallarning past konsentratsiyasiga ega. Shuning uchun qayta ishlash texnologiyasida ionitlardan foydalanish muhim hisoblanadi [68; 1-32b., 69; 1-15b.].

3. Oziq-ovqat sanoatida qo'llaniladi. Sut mahsulotlari, ichimliklar, olma, uzum va ananas kabi mevalarning sharbatlarini olish, limon kislota, aminokislotalar va boshqa mahsulotlar olish jarayonlarida ionitlar qo'llaniladi [70; 1-46b., 71; 212-218b.].

4. Katalizator sifatida qo'llaniladi. Ion almashinuvchi qatronlar alkillanish, kondensatsiya, eterifikatsiya, degidratlanish, gidrogenatsiya reaksiyalarida katalizator sifatida ham qo'llaniladi. Shuningdek, ionitlarning qo'llanilish jarayoni afzallik va kamchiliklarga ham ega [72; 981-1027b.].

Biomassani bioyoqilg'iga aylantirishda kislotali ion almashinadigan qatronlardan foydalanish va ularning potentsial qo'llanilishi o'rganilgan [73; 2775-2786b.]. Biodizel sintezi uchun ion almashinuvchi geterogen katalizatorlarning modifikatsiyasi haqida ma'lumolar berilgan [74; 1-6b.]. Eterifikatsiya reaksiyasida katalizator sifatida ion almashinuvchilari qo'llanilishi amalga oshirilgan [75; 1-8b.].

5. Farmatsevtikada qo'llaniladi. Ion almashinuvchi qatronlarning dori vositalarini barqarorlashtirish uchun faol bo'lmagan farmatsevtik tarkibiy qismlar sifatida, ayniqsa oson parchalanuvchi moddalar sifatida qo'llanilib kelinmoqda. Dorilarning ta'mini yaxshilashning eng maqbul usullaridan biri ta'mni niqoblash vositalari sifatida ion almashinadigan qatronlardan foydalanish usullari va sharoitlari yoritilgan [76; 575-587b.]. Ionitlarni farmatsevtika sanoatining antibiotiklar olish va tozalash, dori sifatida ishlatish, ta'mni niqoblash jarayonlarida ishlatilish sharoitlari o'rganilgan [77; 8-13b., 78; 134-145b.].

Ion almashinuvchilardan foydalanish uzluksiz texnologik jarayonlarni amalga oshirishga, ba'zi hollarda ularni avtomatlashtirishga imkon beradi. Hozirgi paytda atom energiyasi ishlab chiqarish jarayonida ion almashinuvchilarga talab yanada ortib bormoqda. Atom elektr stansiyalari ishlashi jarayonida yadro yoqilg'isini qayta ishlash, reaktor suvini va radioaktiv chiqindilarni ajratishda spesifik xususiyatga ega yuqori darajadagi ion almashinuvchilarga talab ortib bormoqda [79; 7-12b., 80; 2-8b., 81; 3413-3421b.].

Ion almashinuvchilar sharsimon va shakilsiz donalar tarzda, o'lchamlari 0,3-2 mm gacha yoki ion almashinuvchini o'z ichiga olgan membranalar shaklida qo'llaniladi. Ion almashinuvchilarning maxsus guruhi zarracha hajmi 0,1-1 mikron bo'lgan chang va mayda donali ion almashinuvchilardan iborat [82; 39-47b.].

Matritsaning tabiatiga qarab, ion almashinuvchilarning quyidagi turlari ma'lum:

- tabiiy yoki sun'iy aluminosilikatlar (seolitlar, glaukonitlar, bentonitlar, permutitlar va boshqalar);
- sulfatlangan ko'mirlar;
- sintetik ion almashinuvchi polimerlar.

Sintetik ion almashinuvchilar texnologiyaning turli sohalarida tobora keng qo'llanilmoqda. Ular ion almashinish bo'yicha yuqori faolligi bilan alyuminosilikatlar va sulfatlangan ko'mirlardan ustun turadi [83; 2-8b.].

Ionitlar tarkibida faol (ionogen) guruhlarni o‘z ichiga oladi (yunoncha *geneticos* –“tug‘ish”). Sintetik ion almashinuvchilar uchta asosiy guruhga bo‘linadi:

- kation almashinuvchilari;
- anion almashinuvchilari;
- amfoter ion almashinuvchilari (poliamfolitlar).

Kationitlar – kislota xossasiga ega bo‘lib, elektrolit eritmalaridan musbat zaryadlangan ionlarni (kationlarni) yutib oluvchi polimerlardir.

Anionitlar - eritmalaridan manfiy zaryadlangan ionlarni (anionlarni) yutish va ularni boshqa anionlarga almashtirish qobiliyatini namoyish qiluvchi polimerlardir. Ular asos xossalarini namoyon etadi.

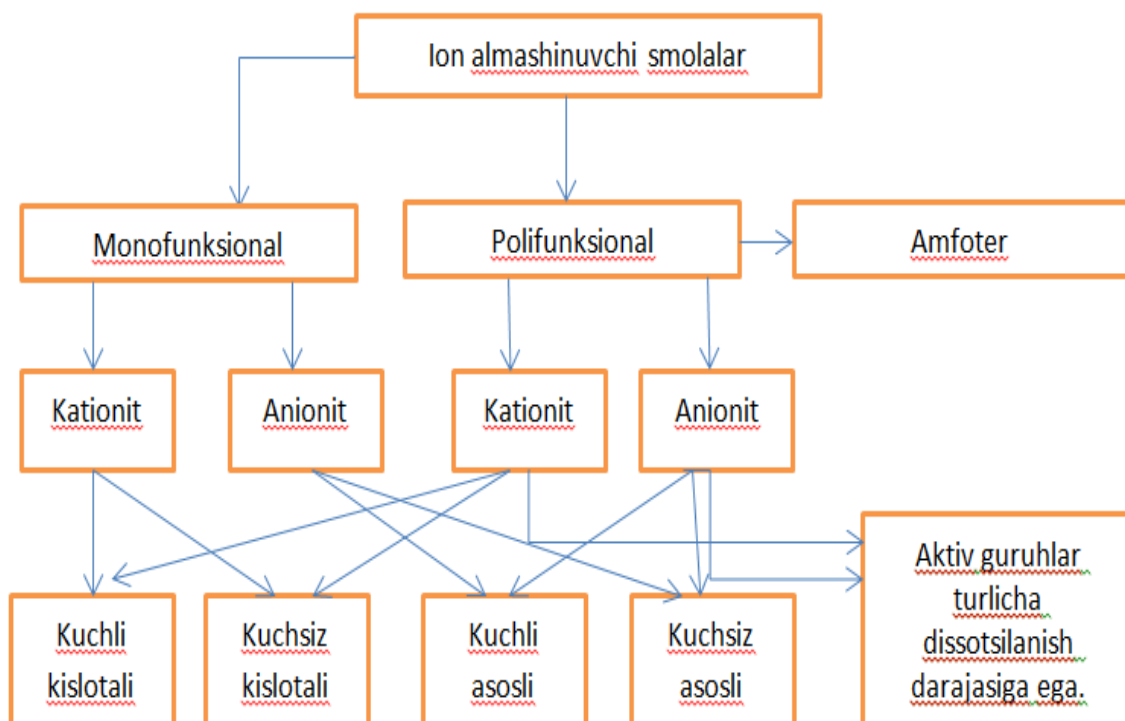
1.2 - jadval

Ionitlardagi faol guruhlar

Kationit		Anionit	
Mavjud ion	Qarshi ion	Mavjud ion	Qarshi ion
SO_3^-	H^+	$-\text{NH}_3^+$	OH^-
COO^-	H^+	$=\text{NH}_2^+$	OH^-
PO_3^{-2}	H^+	$\equiv\text{NH}^+$	OH^-
SeO_3^-	H^+	$==\text{N}^+$	OH^-
AsO_3^{-2}	H^+		

Amfoter ion almashinuvchilar - poliamfolitlar deb ataladi, ularning tarkibida kislotali va asosli ionogen guruhlar mavjud. Sharotga qarab, kation ham, anion almashinuvchilar xossasini o‘zida namoyon qilishi mumkin [84; 1-9b.].

Funksional guruhlar soni bo‘yicha ion almashinuvchilar quyidagilarga bo‘linadi (1.7-rasmga qarang).

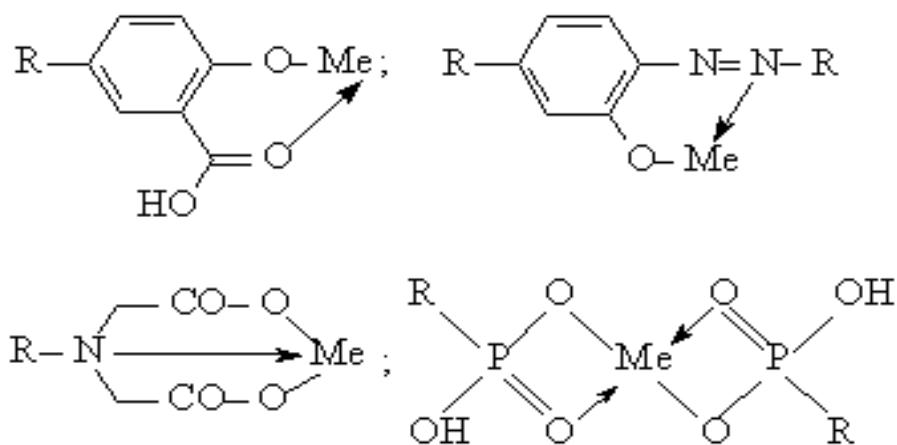


1.7 – rasm. Ionitlarning sinflanishi

Bir xil turdagi kislotali yoki asosli guruhlarini o‘z ichiga olgan barcha kation va anion almashinuvchilar bir funksiyaga ega. Ko‘p funksiyali ion almashinuvchilarga birinchi navbatda ikki funksiyali kation almashinuvchilar va anion almashinuvchilar kiradi, masalan, karboksil va fenol gidroksil guruhlarini o‘z ichiga olgan kation almashinuvchilar.

Polikondensatlash usuli bilan olingan anion almashinuvchilar ham ko‘p funksionaldir, chunki o‘zgarishlarga uchraydigan boshlang‘ich monomer birikmalarining funksional guruhlarini ishtirok etadi. Ko‘p funksiyali ion almashinadigan polimerlarga, masalan, ko‘p funksional aminlarni aldegidlar bilan polikondensatlash natijasida olingan anion almashinuvchilar, epixlorgidrin bilan polietilenpoliaminlar va boshqalar kiradi. Bunday polimerlarning makromolekulalari bir vaqtning o‘zida birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi darajali amino guruhlarini o‘z ichiga oladi. Barcha poliamfolitlar ham ko‘p funksiyali ion almashinuvchilardir, chunki ular tarkibida kislotali va asosli guruhlar mavjud [85; 1617-1632b., 86; 403-407b.].

Kompleks ion almashinadigan materiallar anionit, kationit va amfolitlarga bo'linadi. Kompleks hosil qiluvchi donor funksiyalari (N, U, S, P, As va boshqalar) bo'lgan atomlarni o'z ichiga olgan faol guruhlar tutgan moddalar keng tarqalgan [87; 43-50b.]. Xelat guruhlari metall kationi bilan kompleks birikmalar hosil qilishga qodir bo'lgan murakkab ion almashinadigan materiallar eng samarali hisoblanadi, masalan:



bu yerda R- polimer makromolekulasining bir qismi.

Barcha ion almashinuvchi polimerlar, makromolekulalar tuzilishiga qarab, suvda erimaydigan ion almashinuvchilar va eriydigan polielektrolitlarga bo'linadi. Qattiq suvda erimaydigan ion almashinuvchilarning makromolekulalari uch o'lchovli tarmoq tuzilishiga ega, eriydigan polielektrolitlar chiziqli tuzilishga ega [88; 147-187b., 89; 239-273b.].

Sintetik ion almashinuvchilar sanoatda ikki usulda ishlab chiqariladi:

- molekulasi faol guruhlarga ega bo'lgan boshlang'ich monomer birikmalarining polimerizatsiyasi yoki polikondensatsiyasi;
- dienlar bilan vinil aromatik birikmalarning sopolimerlanishidan olingan makromolekulalar tarkibiga funksional guruhlarni kiritish orqali [90; 479-495b.].

Birinchi usul ko'proq amaliy ahamiyatga ega, chunki polimerlarni kimyoviy o'zgartirish orqali ionitlarni ishlab chiqarish quyidagi qiyinchiliklar bilan bog'liq: ko'p bosqichli, mehnat intensivligi, zaharli mahsulotlardan foydalanish zarurati, makromolekulalarni qisman parchalanishi [91; 145-158b.].

Ayrim kationitlarning xomashyo tarkibi va xossalari

Marka	COE 0,1 n. NaOH mg- ekv/g	Solishtirm a hajmi ml/g	Faol funktsional guruh	Asosiy xomashyo
Polimerlanish asosidagi karboksil kationitlar				
KM	7,4–7,6	—	⟨COOH	Metakril kislota, DVB
HMD	7,8–8,8	—	⟨SOON	Metakril kislota, DVB
KMT KMDA KMTB	10,1 (0,4)	3,5	⟨SOON	Metakril kislota, akrilamid
KR	7,7	—	⟨SOON	Metakril kislota, DVB
KU-2-8	5,1	2,8	-SO ₃ H	Stirol, DVB
Polikondensatlash asosidagi sulgokationitlar				
KU-1	4,2–4,7 (2,0– 2,5)	2,7–3,0	⟨ON	Fenolsulfokislota, formaldegid
KU-6	5,5 (3,4)	2,7	⟨SOON	Antratsen, formaldegid
SN	6,5 (3,9)	3,0	⟨ON	Fenolformaldegid smolasi, novalak
SSF	3,9–4,0	3,7	⟨ON	Stirol, formaldegid
Polikondensatlash asosidagi fosfokationitlar				
RF	5,0	—	⟨RO ₃ N ₂ , ⟨ON	Fenol, rezorsin, formaldegid
VF	4,5	3,0–3,5	⟨RO ₄ N ₂	Polivinilspirt
AR	3,0	1,5–1,6	⟨AsO ₃ H ₂ , ⟨O N	Oksifenilkrezol kislota, formalin

Dunyoda turli xil kation va anion almashinuvchilar asosan stirol-DVB sopolimerlari asosida ishlab chiqariladi [92; 27-55b.].

Piroliz moyi asosida olinadigan mahsulotlardan kationitlar sintez qilish va bu kationitlar polikondensatsiya yoki polimerlanish reaksiyalari asosida har xil kattalik va shakldagi mayda donalar (granulalar) shaklida sintez qilinadi. Polikondensatsiya - bu monomerlardan polimerlar olish jarayoni bo'lib, reaksiya mahsulotlari - past molekulyar og'irlikdagi moddalarning ajralib chiqishi bilan birga boradi, ya'ni hosil bo'lgan yuqori molekulyar mahsulot tarkibi dastlabki mahsulotlar tarkibidan farq qiladi. Agar polikondensatsiya jarayonida ikki yoki undan ortiq turli boshlang'ich moddalar ishtirok etsa, bu jarayon kopolikondensatsiya deyiladi. Polikondensatsiyali qatronlar sintezini nazorat qilib bo'lmaydi [93; 206-216b., 94; 70-79b., 95; 91-96b., 96; 38-40b.].

Polimerlanish reaksiyalari natijasida o'sib borayotgan zanjir oxirida joylashgan faol markazga monomerlarning ketma-ket qo'shilishi natijasida makromolekula hosil bo'ladi, shu bilan birga past molekulyar mahsulotlar ajralib chiqmaydi. Agar jarayonda ikki yoki undan ortiq monomerlar ishtirok etsa, bu jarayon sopolimerlanish deyiladi. Suvni tozalash uchun ion almashinuvchi matritsasi ko'pincha polistirol yoki poliakrilatning DVB bilan sopolimerizatsiyasi yo'li bilan olinadi. DVB "o'zaro bog'lovchi" agent rolini o'ynaydi (ion almashinuvchi massasining 4-16%). Olingan sopolimerga kationi harakatchan va almashinish reaksiyalariga kirisha oladigan funksional guruhlar kiritiladi. Kation almashinuvchilarni olish uchun karboksil guruhlari -COOH (kuchsiz kislotali kation almashinuvchilar) bo'lgan poliakril ion almashinuvchilari va - SO₃H sulfoguruhli polistirol ion almashinuvchilari (kuchli kislotali kation almashinuvchilar) ishlatiladi [97; 54-58b., 98; 52-63b.].

Polikondensatsiya jarayoni 110°C haroratda bir necha sutka davomida olib boriladi. Qancha ko'p vaqt jarayon davom etsa mahsulot tarkibidagi polimerlanish darajasi yuqori modda miqdori ortadi va mahsulot tarkibidagi aktiv modda miqdori ham yuqori bo'ladi.

Jarayonning tugashini namunalar olib tekshirish orqali nazorat qilinadi. Sovuganda olingan polikondensat qovushqoq massaga aylanadi, cho'zilganda ingichka tola bo'lib cho'ziladi va suvda eriydi.

Polikondensatsiya jarayoni vaqtini va energoresurslar sarfini kamaytirish maqsadida jarayon yuqori bosim bilan ishlaydigan qurilmada yuqori haroratda olib borildi, bunda reaksiya bir necha soat ichida yakunlanadi. Formalin reaksiyon aralashmaga bir necha nuqtadan va reaksiyon massaning ostidan ham kiritiladi, maqsad formalinni reaksiyon massa o'yicha bir tekis taqsimlanishini ta'minlashdan iborat. Agar formalin bir nuqtadan berilsa reaksiyon massaning qovushqoqligini ortishiga, natijada qurulma aralashtirgichi, boshqa qismlarining ishdan chiqishi kabi noxush oqibatlarga olib kelishi mumkin.

Kationitlarning fizik-kimyoviy va texnologik xossalarini aniqlash uchun ishlab chiqarishda qo'llaniladigan organik va mineral aralashmalardan tozalash orqali ishga tayyorlanadi. Dastlab ishqor va kislota eritmalari, so'ngra distillangan suv bilan neytrallanguncha yuvib tayyorlanadi. Ko'pgina kationitlar uchun ishqor sarfi ionitning 1 hajmiga taxminan 5% ishqor eritmasining 15 hajmini tashkil qiladi. Ishqoriy ishlovdan so'ng kationit 10 hajm distillangan suv bilan, so'ngra HCl eritmasi bilan avval 5 hajm 5% li eritma, keyin 5 hajm 10% eritma bilan yuviladi. [99; 547b.]. Ishlatishga tayyorlangan kationitning quyidagi xossalari aniqlanadi:

Ionitning solishtirma massasi - kationitning hajm birligiga to'g'ri keladigan massa (t/m^3 , kg/dm^3 , g/sm^3) bilan tavsiflanadi. Solishtirma massa(X_1) quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$X_1 = \frac{m}{v} \quad (1.1)$$

Bunda, m - ionitning massasi (g), v – ionit hajmi (sm^3).

Ionitning namligi - ionit tarkibidagi suv massasining ionit massasiga nisbati(%) bilan ifodalanadi.

Ionitning namligi (W) quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$W(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{m(\text{ionit})} \quad (1.2)$$

Ionitning solishtirma hajmi – bo‘lgan holatda ion almashinuvchining solishtirma hajmi (V_s) sm^3/g da hisoblanadi.

$$V_s = \frac{V \cdot 100}{m(100 - W)} \quad (1.3)$$

bunda, V_s – solishtirma hajm (sm^3/gr), V – kationit hajmi (sm^3), m – kationit massasi (g), W – namlik (%).

Kationitlarning muhim xususiyatlaridan biri ionogen guruhlarining konsentratsiyasi yoki almashinish sig‘imi hisoblanadi. Kationitlarning almashinish sig‘imi quruq holatda massa birligida yoki bo‘lgan holatda hajm birligida funksional guruhlar soni orqali aniqlanadi, shunga ko‘ra mg-ekv/g yoki mg-ekv/sm^3 bilan ifodalanadi [100; 1-19b.].

Almashinish qobilyatining to‘liq yoki muvozanatli turlari mavjud. Kationitning umumiy almashinish sig‘imi polimerdagi funksional guruhlarining konsentratsiyasiga muvofiq keladi. Ion almashinuvchining ma’lum bir namunasi uchun umumiy almashinish sig‘imi aniq qiymatga ega. Ion almashinuv jarayonining muvozanatli turida almashinish sig‘imining muvozanat qiymati jarayon sharoitlariga qarab belgilanadi: eritma konsentratsiyasi, muhitning pH qiymati, harorat va boshqalar. Shuning uchun, muvozanatli almashinish sig‘imining qiymati bo‘lmaydi.

Kationitlarning umumiy almashinish sig‘imi potensimetrik titrlash, elementar tahlili va boshqa usullarda aniqlanadi. Kationitlarning almashinish sig‘imini aniqlashning ikkita asosiy usuli mavjud: statik va dinamik.

Statik usulda ion almashinuvchisining namunasi muvozanat o‘rnatilguncha eritmaning ma’lum bir hajmi bilan ta’sirlashadi, dinamik usulda eritma ion almashinuvchisi bilan to‘ldirilgan kolonka orqali o‘tadi. Kolonkadagi yutilishni dinamik ko‘rsatkichlarini tavsiflash uchun statik almashinuv quvvatiga teng bo‘lgan to‘liq dinamik almashinuv quvvati va olingan komponentning o‘tishidan oldin dinamik almashinuv quvvati ishlatiladi. Boshlang‘ich dinamik almashinish

qobilyatining to'liq dinamik almashinish qobilyatiga nisbati kolonkaning geometrik shakli, eritmaning o'tish tezligi, uning konsentratsiyasi va boshqalar bilan belgilanadi [101; 44b., 102; 13-26b., 103; 1-14b., 104; 63-72b., 105; 25b.].

Selektivlik

Ionitlarning muhim xossasi selektivlik, ya'ni eritmalardan ba'zi ionlar yoki ionlar guruhini tanlab sorbsiya qilish qobiliyatidir. Ionitlarning selektivligi ionli guruhlarning turi, o'zaro bog'lanishlar soni, g'ovak hajmi va ionit bilan ta'sirlashadigan eritmaning tarkibi bilan belgilanadi. Ionitlarining selektivligi ion zaryadining ortishi bilan ortadi. Masalan, Fe^{3+} ionlari Mg^{2+} ga qaraganda kuchliroq, Mg^{2+} ionlari esa Na^+ ga qaraganda ko'proq yutiladi. Xuddi shu zaryadli ionlar qatoridagi selektivlik ion radiusi ortishi bilan ortadi.

Tarkibida sulfo guruhlari bo'lgan kation almashtirgichlar uchun quyidagi selektivlik qatori xarakterlidir:



Kuchli qutblanuvchi ionogen guruhlari (masalan, karboksil yoki fosfat kislotasi) bo'lgan kation almashinuvchilari uchun teskari selektivlik qatori xarakterlidir.

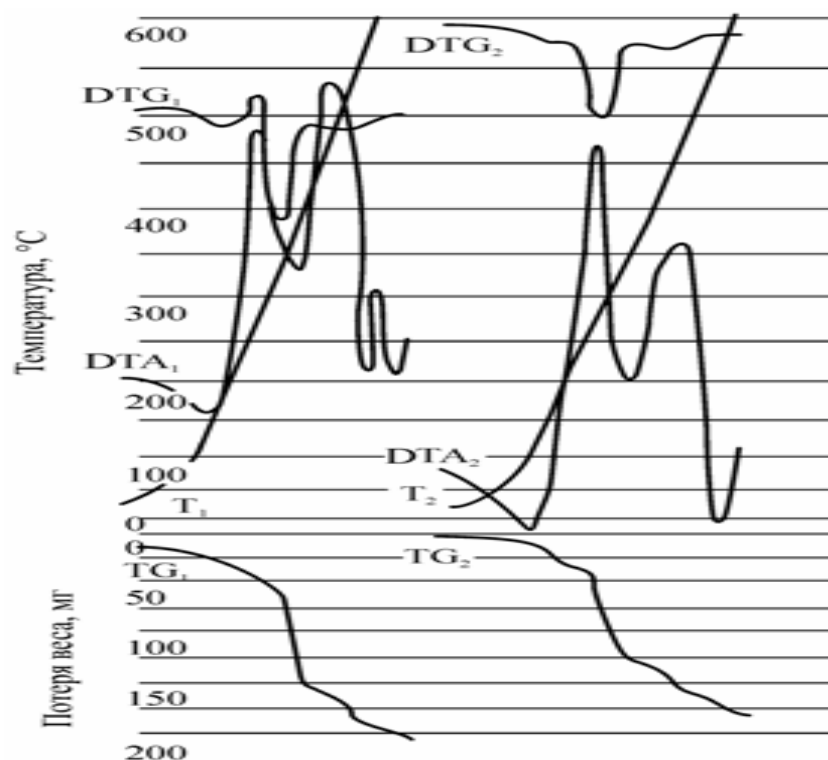
Ion almashtirgichlarning selektivligini baholash uchun elektron zichlik(Θ) qiymatidan foydalaniladi, ya'ni sorbsiyalangan metallning ionit bilan donor-akseptor bog'lanishi hosil qilish qobiliyati:

$$\Theta = \frac{z^2}{r} \quad (1.4)$$

bu yerda z - metallning valentligi; r - ion radiusi. Elektron zichlikning oshishi bilan ionitda metallning sorbsiyasi ham ortadi [106; 555b., 107; 12-120b.].

Ionitlarning termik tahlili

Ionitlarning issiqlikka nisbatan barqarorligini aniqlash argon atmosferasida 3-5 daraja/min qizdirish tezligida Mom tizimining derivatografida amalga oshiriladi. Olingan derivatogrammlar ionitning fizik va kimyoviy o'zgarishlari haqida ma'lumot beradi. Ionitlarning derivatogrammalari 1.6 - rasmda keltirilgan [108; 37b., 109; 582-587b.].



1.8 – rasm. Ionitlarining derivatogrammasi

Derivatogrammalarda quyidagi egri chiziqlar mavjud:

- DTA – moddaning issiqlik effektini qayd etadi (nol chiziqdan yuqoriga og‘ish ekzotermik effektga, pastga og‘ish - endotermik effektga to‘g‘ri keladi);
- TG – harorat ta‘sirida modda massasining o‘zgarishi;
- DTG - harorat ta‘sirida modda massasining o‘zgarishini qayd etadi va TG egri birinchi hosilasi hisoblanadi.

Derivatogrammalarga ko‘ra, ionitda yuzaga keladigan termal o‘zgarishlarning konstantalarini hisoblash mumkin [110; 533-537b., 111; 1650-1680b.].

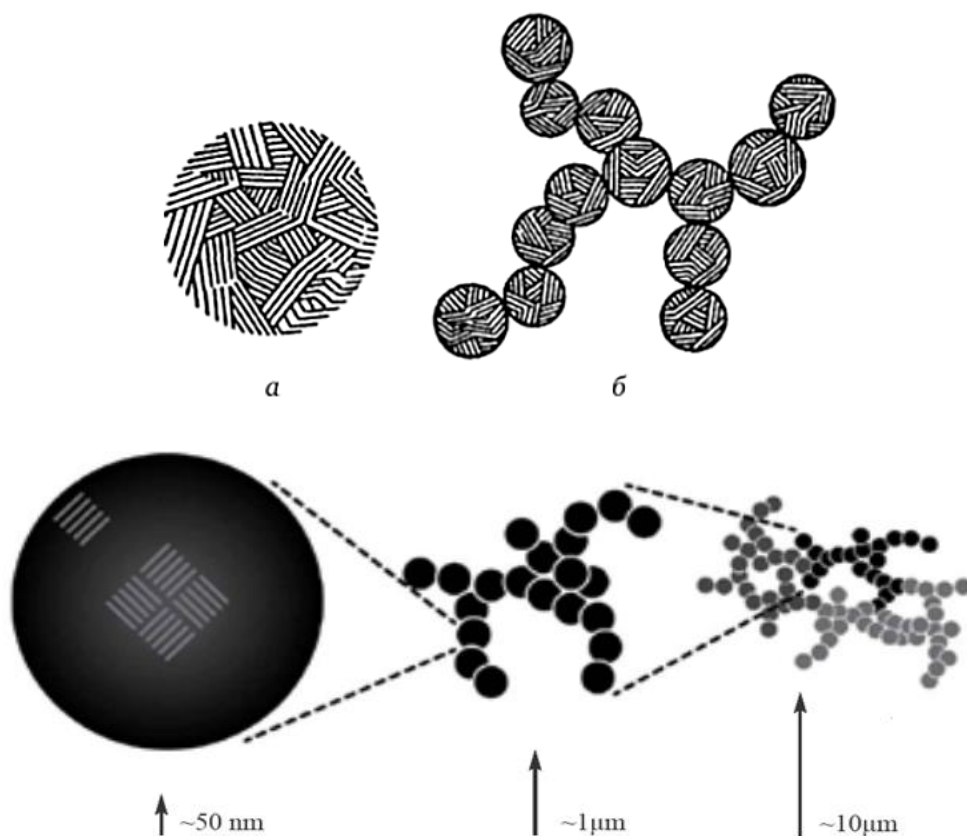
Qurumning olinishi va turlari

Qurum 1000°C dan yuqori haroratda organik moddalarning chala yonishi yoki termik parchalanishida hosil bo‘ladi. Uglevodorodlarning parchalanish jarayoni harorati qancha yuqori bo‘lsa, qurum shuncha ko‘p hosil bo‘ladi va shunga ko‘ra zarrachalar diametri kichik bo‘ladi [112; 6-10 b.].

Uning tarkibi 99 % uglerod qolganlari-vodorod, kislorod, oltingugurt va minerallardan iborat. Qurum nano o‘lchamdan o‘nlab mikrongacha bo‘lgan

zarrachalardan iborat bo'lib, qisman tarmoqlangan zanjirlarni hosil qilishi aniqlangan. [113; 127 b.].

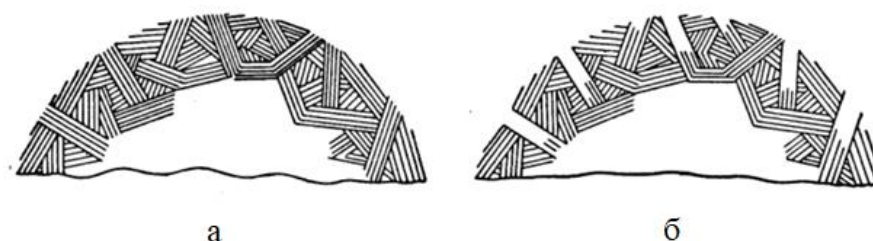
Qurum bir-biriga bog'langan amorf qismlari bilan o'ralgan, grafitga o'xshash tuzilishga ega [114; 553 b.] va mikrokristallitlarning mavjudligi bilan tavsiflanadi. U ikkilamchi mahsulot sifatida kup miqdori metanning termik krekingi (atsetilen olish jarayoni) natijasida hosil bo'ladi. Qurumning hossasi termik parchalanishda (to'liq bo'lmagan yonish; parchalanish haroratigacha olovda yoki bug'larni yoki gazlarni qizdirishda), hosil bo'lgan ko'mirli suspenziyani cho'ktirishga va qo'llanilgan homashyoning turiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun olinish usuliga bog'liq holda turli xil qurumlar mavjud: olovli qurum, yonish mahsulotlaridan ajralib chiqqan qurum va boshqalar. Qurum zarralarini shakli sharsimonga yaqin, zarrachaning o'rtacha diametri 90 dan 6000 Å gacha bo'ladi. Qurum zarrachalari bir-biriga bog'langan zanjirlarni hosil qiladi. Ushbu zanjirlarning bir-biriga bog'lanishi har xil bo'ladi.



1.9-rasm Qurumning tuzilishi:

a- qurum zarrachasi; b –normal tuzilishga ega bo'lgan qurum zanjiri.

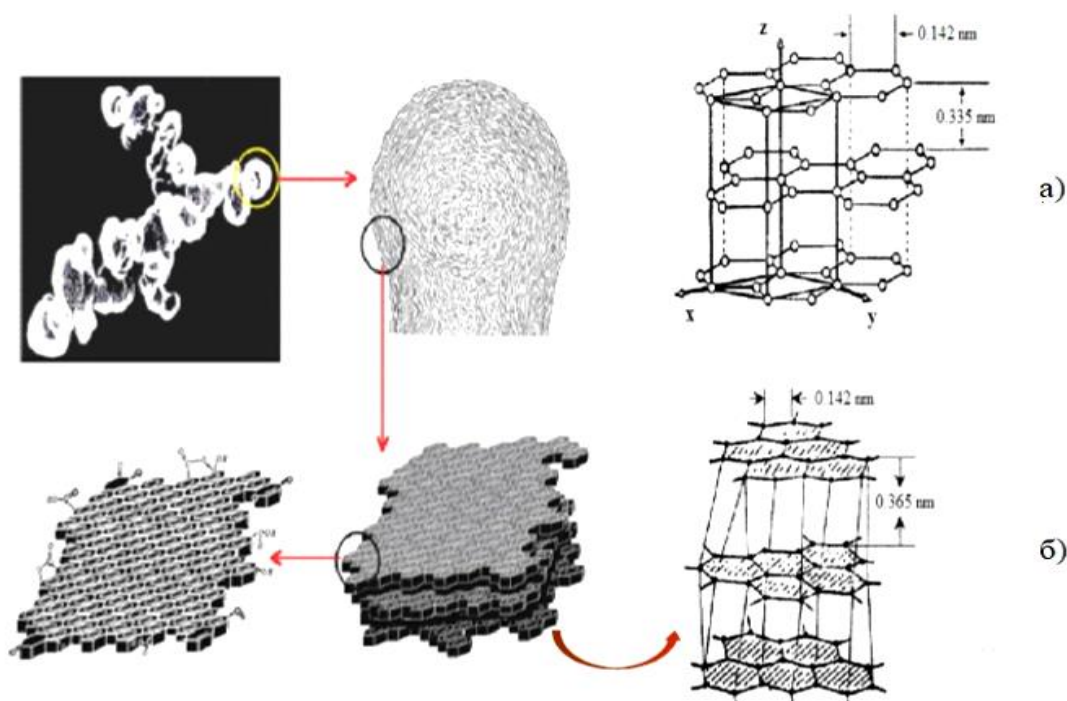
Ishlab chiqarilgan qurumlarning zarrachalari nisbatan silliq yuzasiga ega (1.4-rasm. a), lekin zarrachalari dag'al yuzaga ega qurumlar ham mavjud (1.4-rasm. b) [115; 554 b.]



1.10-rasm. Qurum zarrachalarini yuzasi.

a- qurum zarrachasi tekis (siliq) yuzasiga ega; b- qurum zarrachasi dag'al yuzaga ega [116; 7-8 b.]

Qurum zarrachalarining tuzilishi yetarli o'rganilmagan. Bir qancha tadqiqotchilar fikricha qurum zarrachasi odatda uglerod atomlarining 3-5 ta parallel tekislik panjaralaridan iborat bo'lgan individuval kristallitlarning tartibsiz to'plamidan iborat. Kristallitning har bir qatlamida uglerod atomlari muntazam olti burchakli kristall panjara cho'qilarida joylashgan («1.5-rasm, b ga qarang»).

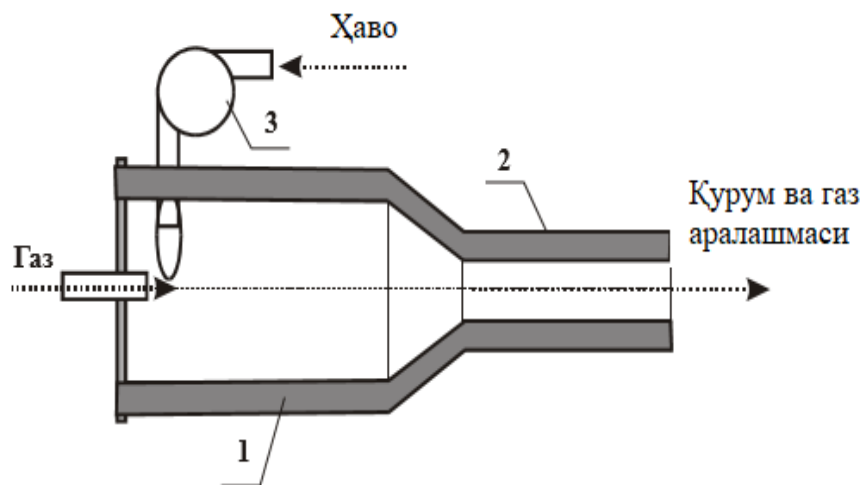


1.11-rasm. Kristall panjara: a- grafit, b- qurum

Qurum kristallitlarining tartibsiz to‘plamini grafitga solishtirish mumkin («1.5-rasm, a ga qarang») [117; 13 b.]. Olingan qurumning rangi zichligi, unumi turlichaligi ko‘plab omillarga bog‘liq. Xomashyoning tabiatiga, havo va homashyo miqdorining nisbatiga, haroratga, namlikka, yonish va cho‘ktirishni amalga oshirish usullariga bog‘liq bo‘ladi [118; 13-20 b.].

Olingan qurumning rangi zichligi, unumi turlichaligi ko‘plab omillarga bog‘liq. Xomashyoning tabiatiga, havo va homashyo miqdorining nisbatiga, haroratga, namlikka, yonish va cho‘ktirishni amalga oshirish usullariga bog‘liq bo‘ladi [118; 13-20 b.].

Qurumni ishlab chiqarish. Hozirgi kunda qurum ishlab chiqarishning ko‘plab usullari mavjud. Hozirda pechli usuli hali ham asosiy hisoblanadi, u maxsus pechlarda havo kirmaydigan og‘ir molekular massaga ega uglevodorodlarning termik parchalanishini o‘z ichiga oladi. Olingan gaz aralashmasidan qurum maxsus filtrlar yordamida ajratiladi [119; 24 b.].



1.12-rasm. Qurum ishlab chiqarish pechining tuzilishi:

1-pech, 2-stabillashadigan nasadka, 3- havo puflagich.

Metall korpusga ega g‘ishtlardan tayyorlangan gorizontall silindrik kamerali reaktor pechida metan yondiriladi. Qurum ishlab chiqarish uchun havo pechga beriladi va stabillashadigan nasadka yuqori haroratda uglevodorodlarni parchalash uchun hosil bo‘lgan qurumni ushlab turishda ishlatiladi. Havoning miqdori metanni to‘liq yonishi uchun kerakli miqdorning 50% bo‘lishi kerak.

Havo miqdorini ozgina o'zgarishi ham gazning parchalanish jarayoni borishiga ta'sir qiladi [120; 377 b.].

V.Yu. Orlov ko'plab ilmiy ishlari natijalariga asoslanib, qurum olish jarayonida reaktorning devorlarida ikkilamchi xomashyo hosil bo'lishini ilgari surdi. Reaktor devorlaridan ikkilamchi xomashyoni ajratib turish hisobiga energiya sarfini kamayishini tajribada isbotladi [121; 134-138.b.].

Mayda dispersli qurumni olish va undan kauchukga to'ldiruvchi sifatida va avtomobilsozlik sanoatida va boshqa sohalarda qo'llaniladi. [122; 5 b.]. Qurum ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan energiya sarfini kamaytirish va termik jarayon tezligi ortishiga yo'naltirilgan. Qurum olish usuli o'zida uglerod saqlovchi homashyoning pirolizidan qurumning sovutilgan qismini to'lovchi agent sifatida qo'llash va tayyor mahsulotni separatlashni namoyon qiladi, bunda qurum gazli aralashmasini piroliz hududidan chiqishda ajratib olinadi va sovutishdan so'ng piroliz qismida o'rnatilgan suyrisimon moslamaning yon qatlamlariga tirqish orqali asosiy oqimga gazli aralashma yo'boriladi. O'zida uglerod saqlovchi homashyo pirolizi jarayonida suv purkash orqali hosil bo'lgan mahsulotni separatlash yordamida texnik uglerod olinadi. Mualliflar ushbu ixtiroda [123; 1-3 b.]. qurum olish uchun sfagniyli mox (yo'sin) ko'rinishidagi o'simlik homashyosidan foydalangan, bunda aralash modifikatsiyalangan qurum havoda quritiladi va 20-30 mikron o'lchamgacha mexanik tarzda maydalanadi va 900-950 °S haroratda 63-67 daqiqa davomida piroliz qilinadi. Ushbu ixtiro 98,0 - 99,5 % unum bilan yuqori darajada toza uglerod olish imkonini beradi. Ushbu usul arzon va o'simlik xomashyosidan foydalanish orqali atmosferaga ekologik zararli gazlar hosil bo'lmasligi va murakkab texnologik jarayonlarni bartaraf etish, ekologik tozalikni, qurum ishlab chiqarish usulining soddaligi va iqtisodiy samaradorligi bilan ahamiyatga ega.

Qurum ishlab chiqarish jarayonida chiqindi gazlardan distillat fraksiyalarini olish usuli, shu jumladan qurum ishlab chiqarish birligidan keyin qurum ayerozolni skrubber orqali sovutgichga yetkazib berish, bug'-gaz aralashmasini kompressor orqali o'tkazish, zararli birikmalar, shu jumladan

karbonat angidrid chiqindilari kamaytirishda yuqori rentabellikka ega uglevodorodlarning keng qismini olishning texnik muammosi hal qilingan [124; 2 b].

Organik moddalarning to'liq bo'lmagan yonishida yoki termik parchalanishida kukunsimon qurum hosil bo'ladi. Uning tarkibiga uglerod (90% massagacha) va qolgani vodorod, kislorod, oltingugurt, mineral moddalar kiradi [125; 194 b.].

Qurum olishda benzolga elektrogidravlik ta'sir (EGT) etish usuli ham qo'llanilmoqda [126; 189 b.]. Benzolni tanlashdan asosiy maqsad – unda mustahkam uglerod zanjirining mavjudligi va uning molekulasida uglerodning maksimal miqdori (92,3%) hisoblanadi. To'yingan uglevodorodlarga nisbatan aromatik uglevodorodlardan kuproq qurum hosil bo'lishi aniqlangan [127; 52 b.].

Eksperimentlarni o'tkazish uchun 100 ml benzolni EGT qurilmasining ishchi kamerasiga solinadi, benzol u yerda 20 ta 800 kV tok kuchiga ega bo'lgan elektr razryadning impulslari orqali ta'sir qiladi. Bunday ishlov berish usuli uzoq vaqt talab qiladi va qurum hosil bo'lish mexanizmini yanada yetarlicha ko'rib chiqish imkonini beradi. 10 ta berilgan dastlabki impulslardan so'ng benzolning loyqalanishi kuzatilgan, bu esa o'z navbatida qurum hosil bo'lish jarayonining boshlanishidan dalolat bergan. Optimal sharoit sifatida reaktorga "o'tkir-maydon" konstruksiyasiga ega bo'lgan elektrodni vertikal joylashadi. Bunday maydon sifatida reaktorning metall tubi hizmat qildi, bu o'z navbatida benzolni yanada samarali taqsimlash imkonini beradi [128; 80-81 b.]. Tajribaning yakunida qora rangli kolloid eritma olingan, u yetarlicha barqaror bo'lib, 2 hafta davomida qatlamlarga ajralmagan. Bu esa qurum zarrachalarining mayda dispersligidan dalolat beradi. Qurum asosan aromatik uglevodorodlar va parafinlarning termik parchalanishdan olinadi. Parafin uglevodorodlardan hosil bo'lishida xomashyo tarkibidagi uglerod miqdori 90-95% ga yetishi mumkin [129; 8, 9 b.].

Nam qurumni texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish sohasi va kimyo sanoatida, har qanday qo'shimchalarning eritmaları mahsulotlarni granulyatsiya

qilish uchun ishlatiladigan jarayonlarda, granulyatsiya qilish jarayonida ishlatilishi mumkin [130; 1-2 b.].

Hozirgi vaqtda ishlab chiqarilayotgan qurum, biriktiruvchi moddalarning har xil eritmalaridan foydalangan holda “nam” deb nomlangan usul bilan granulyatsiyalanadi, bu uning texnologik xususiyatlarini yaxshilaydi (changlanishni pasaytiradi, dozalash va tashishni osonlashtiradi) [131; 119 b.].

Bugungi kunga kelib dunyo miqyosida shina chiqindilarini qayta ishlashning juda ko‘p turli usullari qo‘llanilmoqda: yoqish, maydalash, ko‘mish va piroliz [132; 2 b.]. A.V.Papin va boshqalar o‘z ilmiy ishlarida foydalanib bo‘lingan shinalardan maxsus tozalash usullaridan so‘ng qurum va briketlangan yoqilg‘ini ishlab chiqarish uchun ishlatilishi mumkinligi isbotlashgan [133; 107-108 b., 134; 74-79 b., 135; 1-3 b., 136; 19-20 b.].

Bir qator olimlar shinalarni qayta ishlash usullariga bag‘ishlangan ilmiy ishlarida eskirgan avtomobil shinalarini ikkilamchi xomashyo sifatida qimmatli manbai ekanligini ko‘rsatgan va ulardan kauchuk, qurum, po‘lat sim va boshqalar olingan. Eskirgan shinalardan 65-70% kauchuk, 15-25% qurum, 10-15% po‘lat simlar ikkilamchi xomashyolar sifatida olingan [137; 57-59 b., 138; 74-79 b., 139; 169-171 b., 140; 107-131 b.].

Eskirgan avtomobil shinalarini gidrogenlash mahsulotlari ham o‘rganilgan va gidrogenlash usulida piroliz usuliga qaraganda sifatli suyuq yoqilg‘ini ishlab chiqarish mumkinligi ko‘rsatilgan [141; 51 b.].

Muxamadeyev E.Z. va boshqalar [142; 23 b., 143; 23-26 b., 144; 42-44 b., 145; 39-44 b., 146; 15 b.] xomashyo aralashmalari tarkibiga mazut va erituvchi naftani qushish orqali past indeksli qurum ishlab chiqarishgan.

Qurum zarralariga gaz fazasida ishlov berish orqali uning elektr o‘tkazuvchan markalari P366-E, P267-E va boshqalar olingan [146; 24-29 b., 148; 16-19 b.,]. Qurumning bir necha turini birlashtirib P354 markasi olingan, nitrat kislota bilan oksidlab esa PMN-130N markali qurum olingan [147; 52 b.]. Ishlab chiqarilgan donador qurumlarni to‘g‘ridan to‘g‘ri issiqlik oqimlari taqsimotini optimallashtirish va uni quritishda energiya sarfini kamaytirish istiqbolli

yoʻnalish sifatida muhim hisoblanadi. Lekin bunday muommolar haqida adabiyotlarda maʼlumot kam keltirilgan [148; 632 b.].

I bob boʻyicha xulosalar

Ushbu bobda uglevodorodlar piroliz jarayonining borish sharoitlari - dastlabki xomashyo tarkibi, harorat, taʼsirlashish vaqti va bosim, piroliz mahsulotlarining tarkibi va samaradorligi keltirilgan.

Piroliz jarayonida sodir boʻladigan reaksiyalarning turlari (birlamchi va ikkilamchi reaksiyalar) va mexanizimi (radikal-zanjirli mexanizm), piroliz natijasida hosil boʻluvchi ikkilamchi mahsulotlar, yaʼni aromatik uglevodorodlarning hosil boʻlishi, pirolizni amalga oshirishda ishlatiladigan reaktorlar turlari, shuningdek piroliz natijasida olinadigan mahsulot turlari, piroliz jarayonida hosil boʻladigan ikkilamchi mahsulotlar tarkibi, qayta ishlash usullari, "Uz-Kor Gas Chemical" MChJ ga qarashli Ustyurt gaz-kimyoy majmuasining ikkilamchi mahsulotlari tarkibi yoritilgan.

II BOB. PIROLIZ MOYI TARKIBINI O'RGANISH

2.1-&. Dastlabki moddalar va tadqiqot usullari.

Uglevodorodlar pirolizi jarayonida ikkilamchi mahsulotlar hosil bo'ladi. Ushbu mahsulotlarni qayta ishlash orqali kimyo sanoati uchun muhim xomashyolar olinmoqda. Ikkilamchi mahsulotlardan olingan xomashyolar asosida suvni tozalashda qo'llaniladigan ionitlar, energetika, qurilish, farmatsevtika va boshqa sohalar uchun zarur mahsulotlar ishlab chiqarilmoqda. Neft va tabiiy gaz mahsulotlari va ularni qayta ishlash natijasida hosil bo'ladigan ikkilamchi mahsulotlardan foydalanib turli kimyoviy birikmalar ishlab chiqarishning usuli va texnologiyasini yaratish hozirgi vaqtdagi muhim amaliy ahamiyatga ega vazifalardan biridir.

Piroliz distillyati – bu parafin, naften, olefin, aromatik uglevodorodlar va ularning hosilalaridan tarkib topgan murakkab uglevodorod aralashmasidir. Piroliz distillyati fraksion tarkibi laboratoriyada haydash bilan aniqlangan, uni o'tkazganda asta sekin oshayotgan haroratda uning tarkibidan bir-biridan qaynab chiqish chegaralari bilan farq qiladigan fraksiyalar haydaladi.

Piroliz moyi - yoqimsiz hidli, to'q jigarrangdan to'q yashil ranggacha bo'lgan suyuqlik.

Naftalin - aromatik uglevodorod; kondensatlangan 2 ta benzol halqasidan tuzilgan. Rangsiz, o'ziga xos hidli plastinkasimon kristall. Molekulyar massasi 128,2, suyuqlanish temperaturasi 80,3°C, qaynash temperaturasi 218°C. Zaharli, zichligi 1025 kg/m³. Suvda oz, spirt, efir, benzolda yaxshi eriydi. Naftalin ko'pgina organik yarim mahsulotlar, bo'yagichlar (naftollar, naftilaminlar va ularning sulfokislotalari), plastifikatorlar, suyultirgichlar, sirt faol moddalar va boshqa olishda boshlang'ich mahsulot hisoblanadi.

Inden - molekulyar formulasi C₉H₈ bo'lgan polisiklik aromatik uglevodorod. Strukturaviy jihatdan u eritilgan benzol va siklopenten halqasidir. Osonlik bilan yonadi va polimerlanadi. Inden ko'plab organik erituvchilarda (etanol, dietil efir, piridin, uglerod tetraklorid, sirka kislotasi) eriydi, lekin suvda erimaydi.

Antratsen - kondensirlangan uchta benzol yadrosidan iborat aromatik uglevodorod. Molekulyar massasi 178,24. Rangsiz kristall, eritma va suyuqlikda saqlanib qoluvchi binafsha rangda fluoressensi-tovlanadi. Suyuqlanish temperaturasi 216°C, qaynash temperaturasi 342°C. Antratsen toshko‘mir smolasi tarkibida 0,3— 0,5% bo‘ladi va shu smolani haydash jarayonida 270— 360°C da ajralib chiqadigan antratsen moyidan olinadi.

IQ – spektroskopiya. O‘rganilayotgan polimer moddalar IQ –spektrlari Yaponiyada ishlab chiqarilgan ‘‘IR Traser-100’’ (SHIMADZU Cooperation IrAffinty-1S) spektrometri (№ A2196S904128LP) dan olingan spektrlar asosida natijalar qayd etildi. Spektrometrning yuqori sezuvchanligi (shovqin nisbati 30000:1) spektrdagi diapazonlarining past intensivligiga qaramay, turli xil namunalardagi to‘lqin miqdorini tahlil qilishga imkon beradi, to‘lqin raqamlari shkalasi - $4000 \div 450 \text{ sm}^{-1}$. Interferometrning ishlashini optimallashtirish tizimi ichki o‘zini tashxislash va o‘rnatilgan avtomatik quritish moslamasi bilan birgalikda foydalanish qulayligini sezilarli darajada oshiradi, shuningdek, qurilmaning uzoq muddatli barqarorligini ta‘minlaydi. Yuqori tezlikda skanerlash rejimining mavjudligi (soniyasiga 20 spektr) bir necha soniya davom etadigan kuzatuv reaksiyalariga imkon beradi.

Differensial termik tahlil – Taqdim etilgan namunalarni termik barqarorligi differensial-termik va termogravimetrik usullarda Yaponiyaning SHIMADZU firmasining qurilmasida, tahlil qilindi. SHIMADZU (№S30565900892) (bir vaqtning o‘zida issiqlik tahlili) TGA va shu bilan birga TGA-DTA, TGA-DSS analiz usullari tahlili, foydalanish uchun qulay, ishonchli va yuqori samarali termik tahlil platformasidir. Uskunalar bir vaqtning o‘zida termogravimetrik (TGA) va differensial termal tahlil (DTA) yordamida fazaviy o‘tish haroratini aniqlash, issiqlikka chidamlilik, materiallarning termal va termal-oksidlanish barqarorligini baholash, parchalanish va qarish jarayonlarini o‘rganish, kul va namlik miqdorini aniqlash imkonini beradi. namunalardan. DTG-60 seriyali analizatorlar harorat va namuna massasidagi o‘zgarishlarni bir vaqtning o‘zida

o'lash uchun mo'ljallangan, foydalanish qulayligi, yuqori sezuvchanlik va aniqlikni ta'minlaydigan yuqori yuklash balans tizimi bilan jihozlangan.

Termogravimetrik tahlil (TGA) - namuna massasining haroratga va boshqa parametrlarga (masalan, gaz fazasining tarkibi) bog'liqligini qayd etishga asoslangan termal tahlil usuli. Yuqori aniqlikdagi TG tahlil usulida bunga namunaning og'irligi va uning harorati o'rtasida teskari aloqa zanjiri mavjudligi tufayli erishiladi. Namunaning og'irligi o'zgarganda isitish sekinlashadi va shuning uchun og'irlik o'zgartirish haroratni katta aniqlik bilan o'rnatish mumkin.

2.2-&. Piroliz moyining xossalari va tarkibini o'rganish

Mamlakatimizning rivojlanishi ko'p jihatdan neft - gaz kimyo sanoati taraqqiyotiga bevosita bog'liqdir. Tabiiy gaz asosida polimer mahsulotlari ishlab chiqaruvchi korxonallardan "Uz-KorGas Chemical" MChJ ga qarashli Ustyurt gaz-kimyo majmuasining "Surg'ul" konidan yiliga 3 mln. m³ tabiiy gaz va 115 ming tonnadan ortiq gaz kondensati qazib olinadi. Tabiiy gaz metan, etan, propan-butan fraksiyalariga ajratilib, metan tayyor mahsulot sifatida foydalanishga yuboriladi. Etan, propan-butan fraksiyalari alohida piroliz qilinib etilen, propilenga so'ngra ularni polimerlash natijasida tovar mahsuloti sifatida granulalangan polietilen va polipropilen olinadi. Kompleksning yillik quvvati 387 ming tonna poletilen, 83 ming tonna polipropilen va ikkilamchi mahsulotlar 102 ming tonna piroliz disrillyati, 8 ming tonna piroliz moyi, 10 ming tonna qoldiq qattiq mahsulotlar ishlab chiqarishga qaratilgan. Bu ikkilamchi mahsulotlar majmuada qayta ishlanmaydi va arzon narxlarda, sifatsiz yoqilg'i, bug' qozon yoqilg'isi sifatida qo'llaniladi.

Piroliz distillyati fraksion tarkibi laboratoriyada haydash bilan aniqlangan, uni o'tkazganda asta sekin oshayotgan haroratda uning tarkibidan bir-biridan qaynab chiqish chegaralari bilan farq qiladigan fraksiyalar haydaladi.

Pirodistillyatning boshlang'ich qaynash harorati yoki suyuqlikning birinchi tomchisi kondensatlanadigan va uzilib tushadigan harorat barcha tajribalarda bir xil va 40°C ni tashkil qiladi. Distillyat namunalarini tezlatish natijalari (60°C-

160°C) shuni ko'rsatadiki, tajribalar vaqtida hosil bo'lgan distillyatlar qaynab chiqish harorat chegarasi bo'yicha benzin fraksiyasiga mos keladi. Har qanday eksperiment natijasi bo'yicha fraksiyalar chiqishini hisoblab chiqdik, u 90-95 % nitashkil qiladi, yo'qolishlar kattaligi 1,2 dan 2,2 % gacha bo'lgan chegarada o'zgaradi.

Xomashyo va fraksiya distillyatlari zichligi va qovushqoqligi ularni aralashtirish va nayli quvurlar va issiqlik almashtirgichlar orqali haydab o'tkazish jarayonlarini hisoblashda muhim ahamiyatga ega. Bu parametrlarning harorat o'zgarishlariga apparatlar gidravlik qarshiliklari kattaligi va nasoslar quvvati bog'liq bo'ladi, bu esa jarayonga ketadigan elektr quvvati sarfiga ancha ta'sir ko'rsatadi.

Piroliz moyi yoqimsiz hidli, to'q jigarrangdan to'q yashil ranggacha bo'lgan suyuqlik bo'lib, 2.1 -jadvalda uning fizik xossalari keltirilgan.

2.1.-jadval

Piroliz moyining fizik xossalari

Xossalari	Qiymati
20°C dagi zichligi (g/sm ³)	0,9578
20°S dagi mexanik qovushqoqligi (mm ² /s)	38
Kokslanishi (%)	14
Suv miqdori (%)	0,3
Mexanik aralshmalar miqdori (%)	0,01
Bug'lanish harorati(°C)	180
Element tarkibi, % massa bo'yicha.	
C	91,30
N	7,90
S	0.14

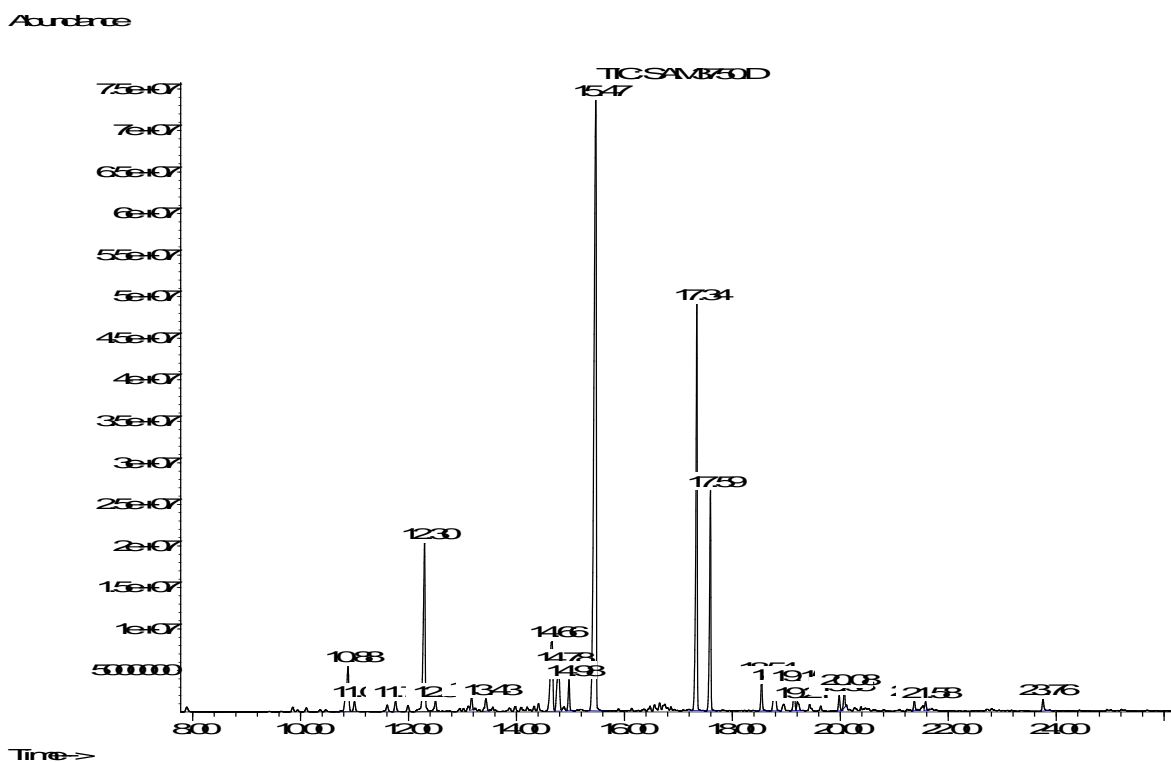
Piroliz jarayoni ikkilamchi mahsuloti tarkibini o'rganish maqsadida dastavval "piroliz moyi" xromato-mass spektr qilindi(2.1 – rasmda keltirilgan).

Ma'lumki, uglevodorod xomashyosi qovushqoqligi uning molekulyar

massasi va qaynash harorati oshishi bilan oshadi. Xomashyo qovushqoqligi qancha past bo'lsa, shuncha uni haydab o'tkazish va qayta ishlash oson bo'ladi.

Uglevodorod xomashyosini gidrogenlash, gidrotozalash va issiqlik bilan ishlov berish jarayonlarini hisoblash va apparaturani loyihalash uchun, ularni amalga oshirishda bug' holidagi issiqlik tashuvchilarning fizik-kimyoviy xossalari ham bilish kerak.[149: 252-256b]

Bu maqsaddan kelib chiqib, bizning tomonimizdan hisoblash-eksperimental yo'l bilan tajriba ustunli issiqlik massa almashinish apparatida jarayonning asosiy parametrlari—bosim va haroratga qarab piroliz distillyati va uning bug'lari zichligining o'zgarish xarakteri aniqlangan.



2.1-rasm. Piroliz moyining xromato-mass spektri.

Xromato-mass-spektr natijalari o'rganilib piroliz moyi tarkibi quyidagi jadvalda keltirildi.(2.2.-jadval)

Piroliz moyining xromato-mass-spektr natijalari

Modda nomi	Massa ulushi(%)
Inden	9,33
1-metilinden	8,96
Naftalin	41,51
1-metilnaftalin	8,61
2-metilnaftalin	16,25
1-etilnaftalin	1,77
1,6-dimetilnaftalin	1,71

Xromato-mass-spektr natijalaridan ko‘rinadiki, piroliz moyining tarkibini inden, naftalin va uning gomologlari tashkil qiladi. Bu moddalar ichida naftalin miqdor jihatidan yetakchi o‘rinni egallaydi.

Hozirgi texnika rivojlanish asrida yashar ekanmiz har qanday ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladigan kimyoviy moddalardan samarali foydalanish yo‘llarini topishimiz kerak. Bunda sarflanadigan moddalarning xomashyosini aniqlash, ulardan samarali foydalanish, chiqindisiz texnologiyani joriy qilish, olingan mahsulotlarni foydalilik jihatlarini etiborga olish, kam sarf va kam energiya bilan ishlash yo‘llarini toppish anchayin maqsadga muvofiq bo‘ladi.[150:137-140b]

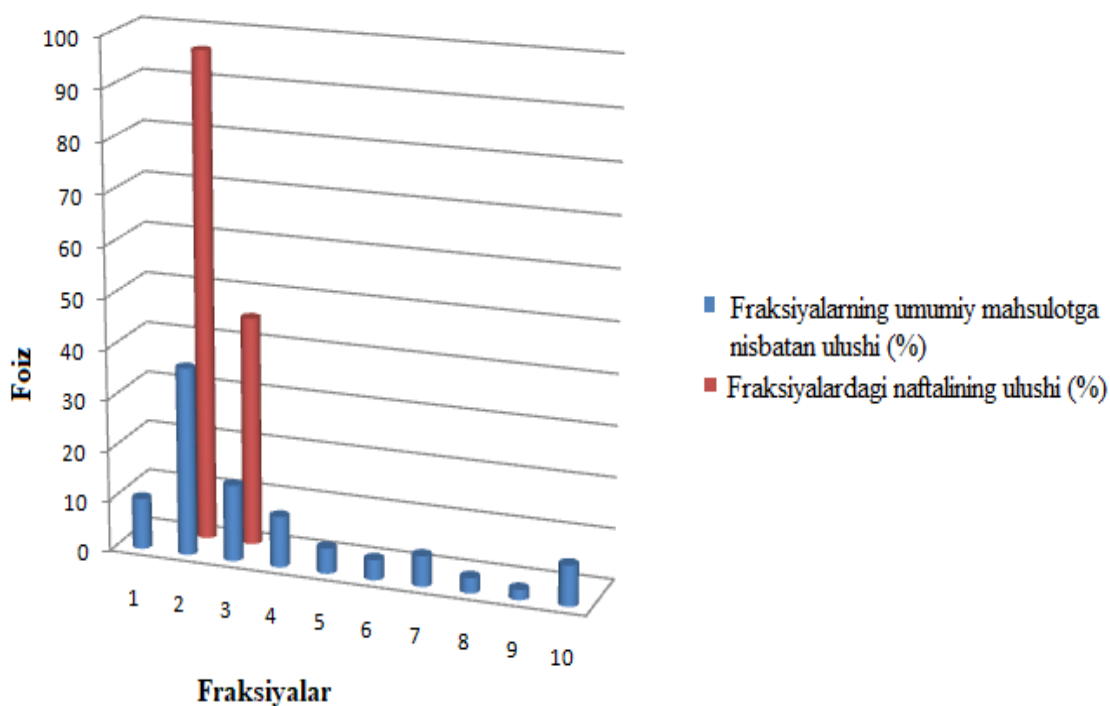
Piroliz moyi tarkibidan naftalinni ajratib olish uchun fraksion haydaldi. 180-185°S dan boshlab fraksiyalarga ajrala boshladi, ularning tarkibi o‘rganildi(2.3 -jadval).

Piroliz moyining fraksiyon tarkibi

Fraksiya t/r	Harorat oralig'i, °S	Olingan fraksiyadagi asosiy mahsulot	Mahsulotning massa ulushi (%)	Fraksiyalarning massa ulushi (%)
1	185-210	Inden, 1-metilinden, Tetralin	70,0	16,85
2	210-220	Naftalin	92,0	32,9
3	220-235	Naftalin, 1-metilnaftalin, 2-metilnaftalin	85,0	22,4
4	235-250	1-metilnaftalin, 2-metilnaftalin	88,0	10,3
5	250-260	Difenil	21,0	2,3
6	260-270	1,6-dimetilnaftalin	40,1	1,8
7	270-280	Atsenafthen	50,0	1,2
8	280-290	Trimetilnaftalin	75,0	1,95
9	290-300	Fluoren	52,0	1,2
10		Qoldiq		7,5

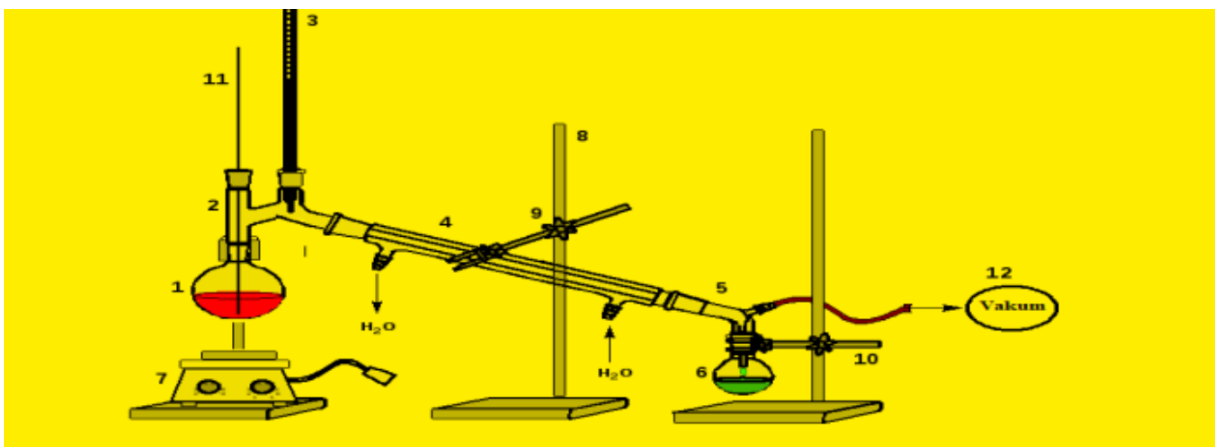
Haydash natijasida olingan 2-fraksiyaning tarkibida 92% gacha naftalin, 3-fraksiya tarkibida 43 % gacha naftalin tashkil qilishi aniqlandi.

Piroliz moyi tarkibida 2-fraksiya asosiy o'rinni egallaydi. 2-fraksiya umumiy mahsulotga nisbatan 32,9% ni tashkil qiladi va uning tarkibida naftalin 92% gacha uchraydi. 3-fraksiya umumiy mahsulotning 22,4% ni tashkil etib uning 43% ini naftalin tashkil qiladi. Ikkinchi fraksiyani to'gridan to'gri presslash orqali, uchinchi fraksiyani avval sovitib kristallandi va filtirlandi. So'ngra presslash orqali naftalin ajratib olindi.



2.2- rasm. Fraksiyalarning umumiy mahsulotga nisbatan ulushi.

Presslashdan so‘ng tarkibida 96% gacha naftalin saqlagan texnik naftalin olindi. Tozalik darajasi yuqori bo‘lgan naftalin olish uchun ikkinchi va uchunchi fraksiyalarga suv qo‘shib haydaldi. Bunda naftalin suv bug‘i bilan qo‘shilgan holda haydaladi va filtirlab presslanadi, bu usulda tozalik darajasi yuqori bo‘lgan naftalin olinadi.



2.3-rasm.Rektifikatsion haydash qurilmasi.

1-haydash kolbasi, 2-o‘tkazich, 3-termometr, 4-sovitgich, 5-alonj, 6-yig‘uvchi kolba, 7- qizdirish pechi, 8-shativ, 9,10-qisgich, 11-kapilyar, 12-vakuum.

Og'ir uglevodorodlar molekularining parchalanishi va qayta joylashishiga asoslangan. Asosan motor yonilg'isi, plastik massalar, tolalar, eritgichlar uchun kimyoviy xomashyo olishda qo'llaniladi.[151: 185-189b]

Asosiy xomashyo sifatida 'Uz-Kor Gas Chemical' MChJ ga qarashli Ustyurt gaz - kimyo majmuasining ikkilamchi mahsuloti —piroliz moyi va piroliz distilyatidan foydalanildi. Mahsulotni laboratoriya sharoitida haydash qurilmasi (2.3-rasm) keltirilgan.

Piroliz moyi rektifikatsion haydash qurilmasiga solib haydalganda turli xil fraksiyalar hosil bo'ladi. Asosan benzol guruhi uglevodorodlari va ochiq zanjirli to'yinmagan uglevodorodlarning 4-12 ta uglerod atomlari bor moddalar hosil bo'ladi. Olefinlarning miqdori 23.7% va arenlarning miqdori esa 67.3% ni tashkil qiladi.

Hozirgi kunda piroliz moyi va distilyati sifatsiz yoqilg'i sifatida foydalanilmoqda. Kelajakda piroliz moyi va distilyati tarkibidagi ochiq zanjirli uglevodorodlar va arenlardan foydalanib xalq xo'jaligida faodalanish uchun yangi moddalarni kashf etish zarur.

2.3-&. Piroliz moyi tarkibidan ayrim moddalarni ajratib olish

Bugungi kunda rivojlanib borayotgan neft-gaz sanoati hamda tabiiy gaz qayta ishlash borasida, piroliz chiqindisi hisoblanadigan TAR-mahsuloti kam ahamiyat kasb etadi. Bunga sabab, mazkur xomashyoni tozalashning murakkabligi va jarayondagi ko'p miqdorda energiya sarfi bilan bog'liq. Uning tarkibida o'nlab yonilg'i moddalarning mavjudligi hamda naftalin, fenantren va antratsen qatori uglevodorodlar miqdorining ko'pligi bois soha mutaxassislarining e'tiborini tortib kelmoqda.

Zamonaviy ko'p kamerali piroliz pechlarining etilen bo'yicha quvvati 50 ming tonna/yilga va undan ko'pga yetgan bo'lib, bu bir korpusda 16 tagacha parallel ishlovchi piroliz ilon izi quvurchalari bo'lgan bir necha oqim kameralarini (4-5 tagacha) blokirovkalash natijasida erishilgan.[152: 9-16b]

TAR-mahsulot - qora-qo'ng'ir rangli, 60–70°C haroratda

suyuqlanadigan, shishasimon qattiq, 270—280°C da qanaydigan mo‘rt kristall modda. TAR-mahsulot aromatik va xlorli organik erituvchilarda yaxshi eriydi. TAR-mahsulotning asosiy tarkibini bi-, tri- va polisiklik aromatik uglevodorodlar (60–85%), qatronlar va asfaltenlar (10–15%) tashkil qiladi. Hozirda TAR-mahsulot tarkibida aromatik uglevodorodlar miqdori yuqori bo‘lgani uchun asosan qurum va texnik uglerod ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida keng qo‘llaniladi.

Piroliz reaktorlarida hosil bo‘ladigan olefinlarning reaksiyon muhitda ikkilamchi reaksiyalar hisobiga hosil bo‘ladigan piroliz kondensatining fizik xossalari va kimyoviy tarkibi, tajribalar asosida chuqur tadqiq qilingan Jarayon mahsulotlari tarkibi va pirokondensat miqdorining o‘zgarishiga ta’sir qiluvchi omillar o‘rganilgan. Pirolizning suyuq mahsulotlarini qayta ishlashning asosiy yo‘nalishlari va ishlatilish sohalari keltirilgan.

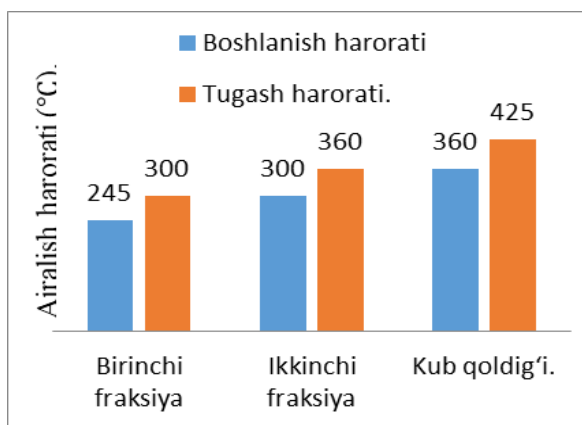
“Uz-Kor Gas Chemical” MChJ qo‘shma korxonasida, uglevodorod xomashyosini piroliz qilish jarayoni va unda hosil bo‘ladigan pirokondensatning fizik-kimyoviy xossalari va kimyoviy tarkibi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari tahlil qilindi. Piroliz reaksiyasi mahsulotlari pirokondensatining tarkibi va miqdoriy o‘zgarishiga ta’sir qiluvchi omillar ko‘rib chiqildi.

Ikkilamchi piroliz mahsulotlari – piroliz distillyati, piroliz moyi va qoldiq mahsulotlarning kimyoviy tarkibi o‘rganilgan. Piroliz distillyati sariq rangdan och malla rangli yengil yoqimsiz hidli suyuqlik. Uning tarkibida 6-12 gacha uglerod atomi saqlovchi arenlar hamda olefinlar mavjud. Bunda, massa jihatdan olefilar 23,7%, arenlar 67,18% va oz miqdorda alkanlar, dienlar, sikloalkanlar ham uchraydi. Piroliz moyi to‘q jigarrangdan to‘q yashil ranggacha bo‘lgan hidsiz moysimon suyuqlik. Mahsulot tarkibi xom-ashyoga bog‘liq bo‘ladi. Piroliz moyi tarkibida asosan 41,51% naftalin, 16,25% 2-metilen naftalin aniqlangan. Shuningdek, piroliz moyi tarkibida 9,33% inden va oz miqdorlarda 1-metilnaftalin hamda 1,6-dimetilnaftalinlar borligi tadqiqotlar asosida o‘rganilgan.

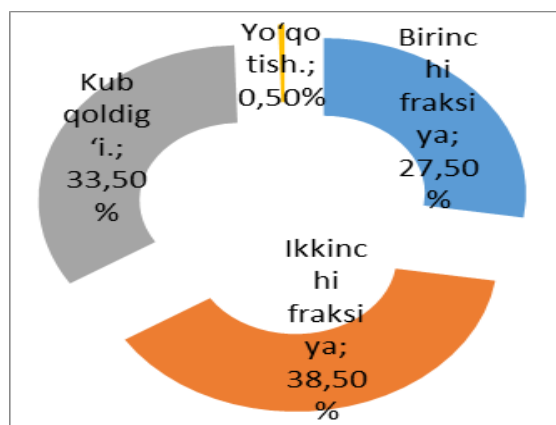
TAR-mahsulot xomashyosini fraksiyalash orqali haydash jarayoni 220-225°C harorat va 0,1 MPa bosim ostida olib borildi. Olingan mahsulot vakuum

filtrlash usulida tozalab olinib, antratsen miqdorini mass-spektral xromatografiya metodi asosida aniqlashga erishildi.

Uglevodorodlar pirolizining qoldiq mahsuloti bo'lgan - TAR-mahsulot xomashyosini haydash orqali fraksiyalarga ajratildi. Fraksiyalash jarayoni shartli ravishda uch bosqichga ajratilib, har bir olingan namunalar alohida tadqiq etildi. Bunda olingan natijalar quyidagi grafikda tasvirlangan.



2.4-rasm. TAR-mahsulot ikkilamchi mahsuloti bosqichlarining haroratga bog'liqligi.



2.5-rasm. TAR-mahsuloti fraksiyalar miqdorining foiz ulushlardagi ifodasi.

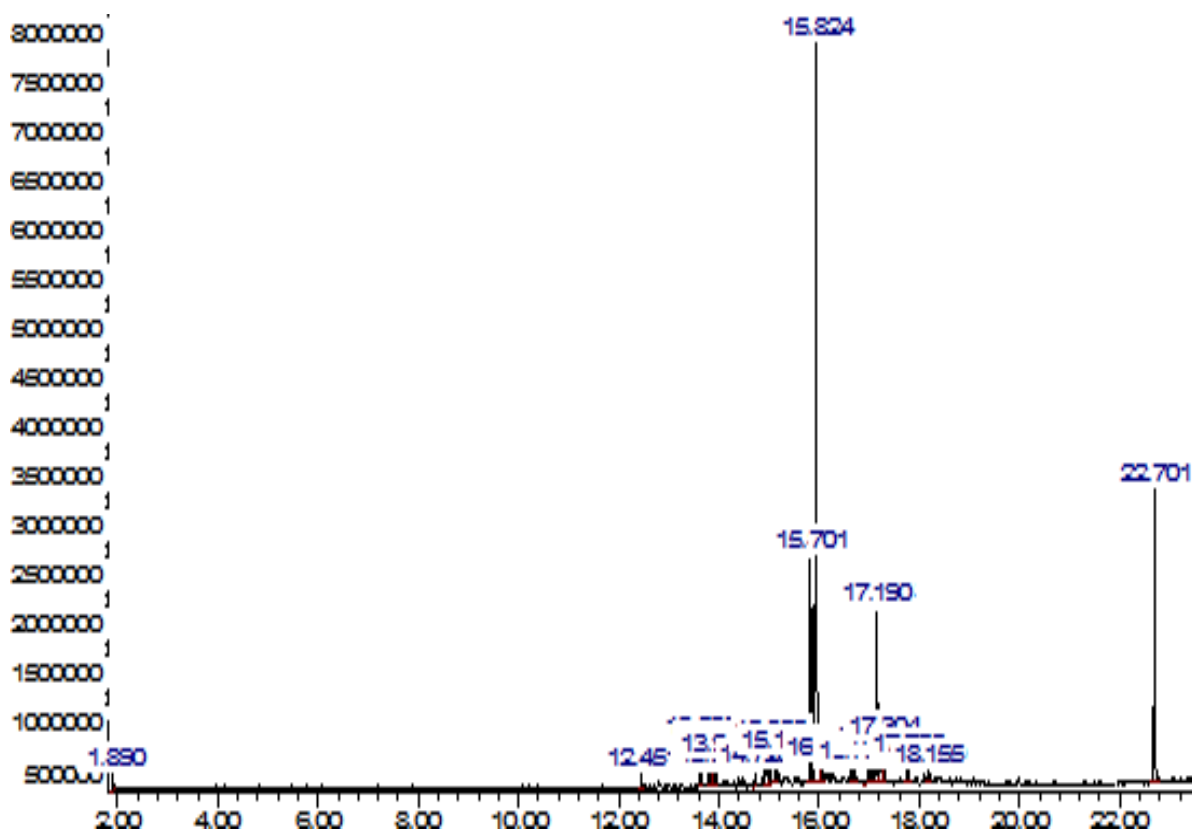
Yuqoridagi grafik ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, TAR-mahsuloti vaakumli haydash usulida fraksiyalarga ajratish jarayonida 270-285°C haroratda dastlabki fraksiya chiqishi kuzatildi. So'ngra haroratning keskin ortishi bilan ikkinchi fraksiyaning ajralishi boshlanadi. Ikkinchi fraksiyaning ajralishi esa, 340-360°C haroratlar intervalida yuz berishi o'rganildi. Fraksiyalashning so'nggi bosqichi esa, kub qoldig'ining ajralib chiqishi bilan boradi. Bunda, jarayon 360 °C va undan yuqori haroratda ajralishi kuzatildi.

Shuningdek, tadqiq etilayotgan mahsulotning har bir fraksiyasining miqdoriy taqqoslashga muvaffaq bo'lindi. Ushbu tahlil natijalarini yuqorida diagramma (2.5-rasm) orqali yaqqol ko'rish mumkin. Mazkur grafik ma'lumotlaridan ko'rinadiki, TAR-ikkilamchi mahsulotini fraksiyalash, asosan uch turdagi komponentlarning ajralishi bilan boradi. Bunda, ikkinchi fraksiya mahsulotining miqdori eng yuqori (umumiy massaviy miqdorning 38,5% qismi)

bo'lishi kuzatildi. Bundan tashqari, o'rtacha 27,5% dastlabki fraksiya mahsuloti hamda 34,5% miqdorda kub qoldig'i ajratib olishga erishildi. O'rganilayotgan piroliz chiqindisini fraksiyalash mobaynida, umumiy massaviy miqdorining 0,3-0,5% qismi yo'qotilishi hisoblab topildi.

Izlanishlar davomida, 300 – 360°C harorat intervalida olingan fraksiya sovutildi. Bunda, moddalarning qayta kristallanish natijasida antrasen va fenantren birgalikda kristallab, so'ngra namunalarni sovutilgan benzol eritib olindi. Hosil bo'lgan eritma atmosfera bosimidan past bosimda: (115 – 120°C harorat va -0,09 MPa vaakumda) filtrlanib, toza holdagi kristallat ajratib olindi.

Olingan namunalarni dastlabki tarkibi va xossalarini chuqurroq tadqiq etish maqsadida, namuna "Agilent 5977A" mass-selektiv detektor yordamida gaz xromatografida analiz qilindi.. Xromatogramma ko'rsatgichlari quyidagi rasmda keltirilgan (2.6-rasm).



2.6-rasm. Ikkinchi fraksiya namunasining xromatogramma ko'rsatgichlari.

Yuqoridagi grafik ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, tekshirilayotgan ikkinchi fraksiya tarkibida ko'p miqdorda qo'sh aromatik birikmalar mavjud.

Jumladan, uchta konyugirlangan aromatik halqa saqlovchi uglevodorodlar: flyuoren o'rtacha 12.1 %, fenantren 33,3% va antratsen va uning hosilalari 39.2% ni tashkil etadi.

Birgina antratsen va uning gomologlari miqdorini tahlil qilganimizda, hajmiy jihatdan 14.15 % antratsenning o'zi, 2-metil antratsen esa 8.69 % tashkil etadi. Shu bilan birga 9-metil antratsen 2.7 % ni va qolgan qismini 1,2-benzendikarboksil kislotaning diizooktil efiri (13.46 %) tashkil etishi o'rganildi.

II bob bo'yicha xulosalar

Ushbu bobda "Uz-KorGas Chemical" MCHJ ga qarashli Ustyurt gaz-kimyoy majmuasining uglevodorodlar pirolizi ikkilamchi mahsuloti piroliz moyi tarkibi va xossalari o'rganildi. Hamda piroliz moyi tarkibidagi ayrim moddalarning ajratib olish usuli keltirildi. Piroliz moyi tarkibini tahlili uchun xromato-mass spekroskopiyasi keltirildi.

Tadqiq etilayotgan ikkilamchi mahsuloti o'z tarkibida ko'p miqdorda aromatik va qo'sh-aromatik birikmalar saqlashi bois fraksiyalash jarayonlari juda yuqori haroratlarda olib borildi deyish mumkin.

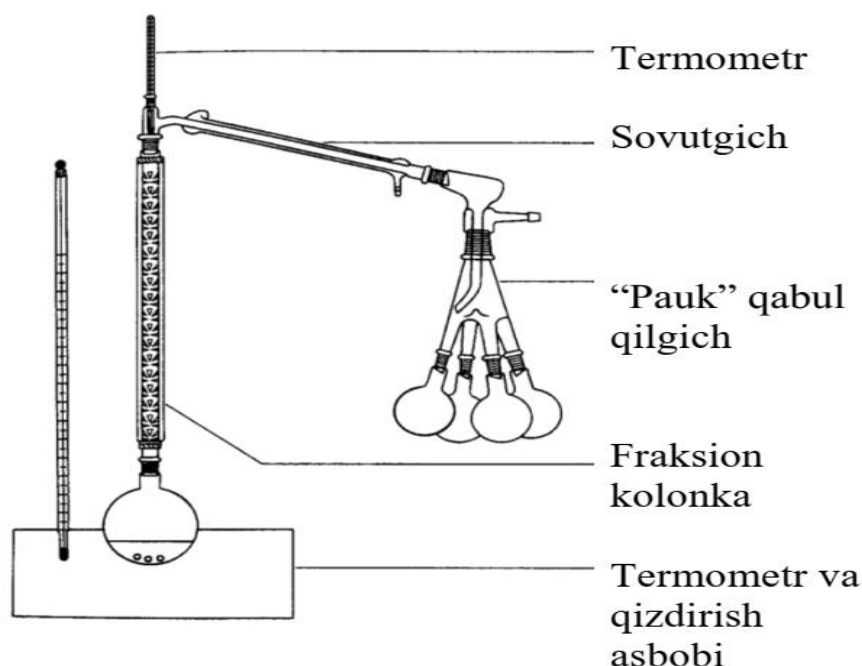
Birikma tarkibida, ayni ikkinchi fraksiya mahsulotining ko'p miqdorda va toza holda mavjud ekani, TAR-mahsulot xomashyosini qayta ishlashda muhim omillardan biri sifatida qarashga imkon beradi. Fluoren, antratsen va fenantren birikmalari bir-biridan ajratilib, har bir fraksiya asosida turli suvda va moyda eriydigan bo'yovchi moddalar sintezi uchun xomasho sifatida qo'llashga tavsiya beriladi.

III BOB. PIROLIZ MOYI TARKIBI ZAMONAVIY USULLARDA TAHLIL QILISH

3.1-&. Piroliz moyi tarkibidan naftalinni ajratib olish va tahlil qilish.

Materiallar

Asosiy homashyo sifatida “Uz-Kor Gas Chemical” MChJ ga qarashli Ustyurt gaz - kimyo majmuasining ikkilamchi mahsuloti “piroliz moyi” dan foydalanildi. Mahsulotni laboratoriya sharoitida haydash qurilmasi 3.1-rasmda keltirilgan.



3.1-rasm. Rektifikatsion haydash qurilmasi.

Naftalinni ajratib olish

Piroliz moyi tarkibini fraksion haydash orqali aniqlash uchun 1000 ml li kolba olindi va unga 600 ml piroliz moyi va 4 gr qaynatgich solindi va haydash qurilmasiga joylandi. Harorat daqiqasiga 10°C dan ko‘tarilib borildi, piroliz moyi 180-185°S dan boshlab haydala boshladi. Fraksiyalarga ajratildi va ularning tarkibi o‘rganildi 1-fraksiyaning tarkibida inden, 1-metilinden va tetralin 70% ni tashkil qiladi. 2-fraksiyaning tarkibida 92% gacha naftalin, qolgan 8% ini esa boshqa moddalar tashkil qiladi. Haroratning ko‘tarilishi yuqori haroratda qaynovchi uglevodorodlaning ajralib chiqishi bilan boradi.

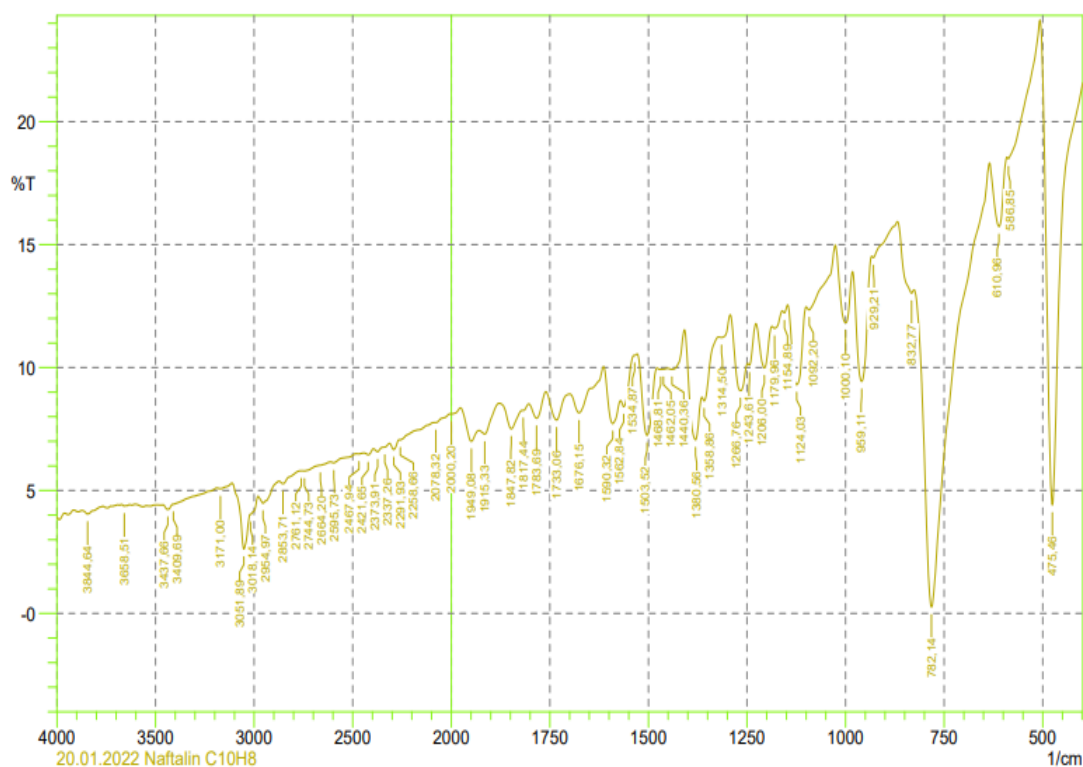
Olingan 2-fraksiyadan naftalin ajratib olish uchun dastlab preslash soʻngra suv bugʻi bilan haydash orqali naftalin tozalandi.

Naftalin - $C_{10}H_8$ formulali organik birikma. Naftalin eng oddiy polisiklik aromatik uglevodorod boʻlib, xarakterli hidga ega boʻlgan oq kristalli qattiq moddadir. Aromatik uglevodorod sifatida naftalinning tuzilishi birlashgan juft benzol halqalaridan iborat. Naftalin anʼanaviy naftalarning asosiy tarkibiy qismi sifatida tanilgan. Naftalin - oq rangli, uchuvchan qattiq politsiklik uglevodorod, kuchli naftalin hidli. Naftalin koʻmir smolasidan yoki neft distillashidan olinadi va asosan ftal angidrid ishlab chiqarish uchun ishlatiladi.

Naftalin kuchli koʻmir smola hidiga ega boʻlgan oq kristalli uchuvchi qattiq moddadir. Qattiq modda suvdan zichroq va suvda erimaydi. U yonadi, lekin yoqish qiyin. . Eriganda, u juda issiq boʻladi. Bundan tashqari, material tomonidan chiqarilgan bugʻlar zaharli boʻlishi mumkin. Koʻp boshqa maqsadlar qatorida kuya, fumigant, moylash vositasi va boshqa kimyoviy moddalarni ishlab chiqarishda ishlatiladi. Naftalin aromatik uglevodorod boʻlib, ikkita eritilgan benzol halqalaridan iborat. Naftalin koʻplab oʻsimlik turlarining efir moylarida uchraydi, masalan. magnoliya. Naftalin uchuvchi neft komponenti, oʻsimlik metaboliti, atrof-muhitni ifloslantiruvchi, kanserogen agent. Naftalin orto-biriktirilgan bisiklik aren boʻlib, naftalinlar guruhiga kiradi.

Naftalin. Tozalik darajasi 96%. Rangsiz, oʻziga xos hidli kristall modda; empirik formulasi $C_{10}H_8$; $M_r=128,17$ g/mol. $T_{suyuq}= 80,26$ °C; $T_{qayn}= 217,97$ °C, zichligi $d^{20}=1,0253$ g/sm³. IQ-spektr: 3051,89 sm⁻¹, 610,96 sm⁻¹ (aromatik yadrodagi -C-H), 1503,52 sm⁻¹, 782,14sm⁻¹(aromatik yadro C=C).

Olingan naftalinning IQ-spektri olindi va tahlil (3.1-rasm va 3.1-jadval) qilindi [120; 15-17 b.].



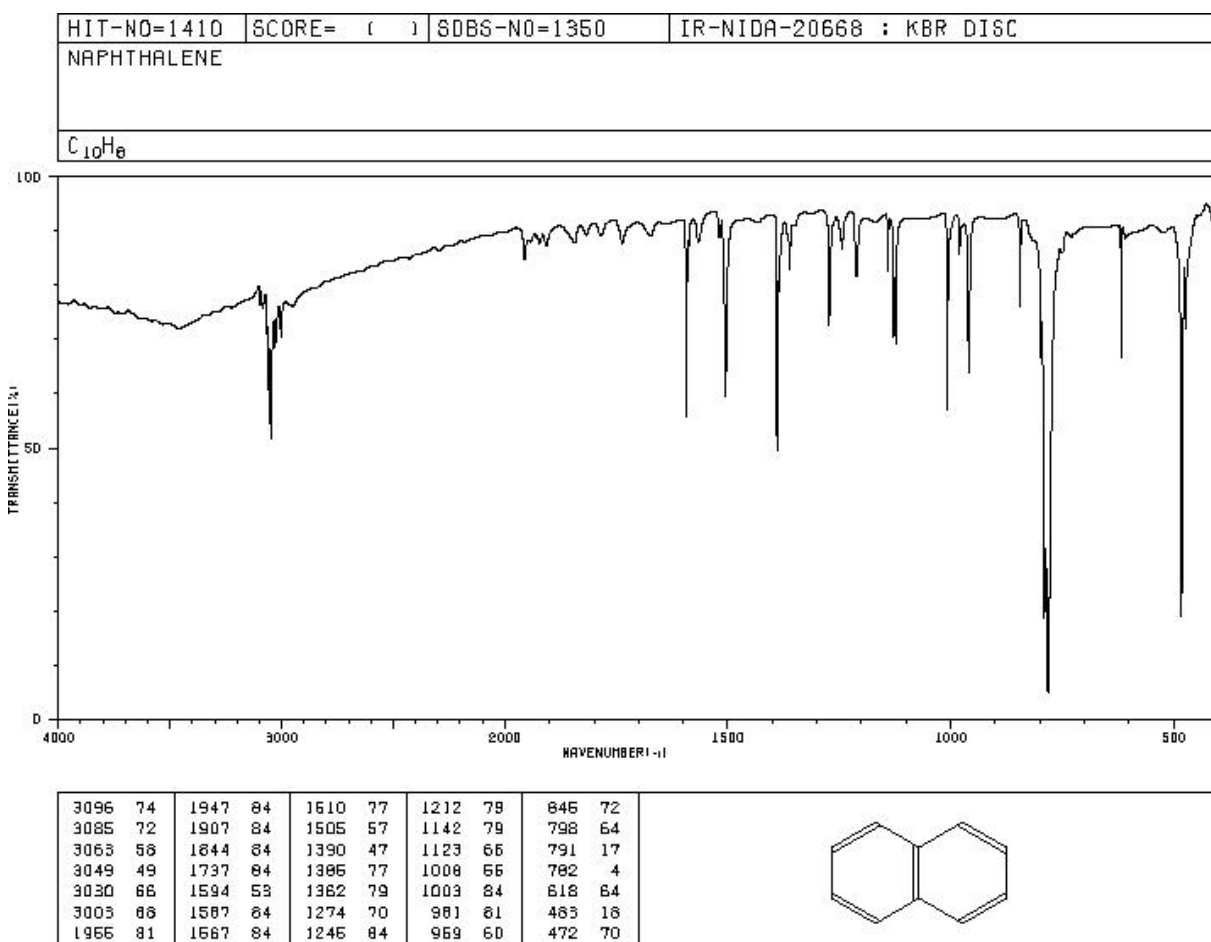
3.2.-rasm.Naftalinning IQ-spektri

Naftalin suvda deyarli erimaydi. Naftalin juda uchuvchan va o'ziga xos hidga ega. Naftalin o'zining kimyoviy harakatida benzol va uning oddiy hosilalariga xos aromatik xususiyatni namoyon qiladi.

3.1-jadval

Naftalinning IQ-spektri tahlili

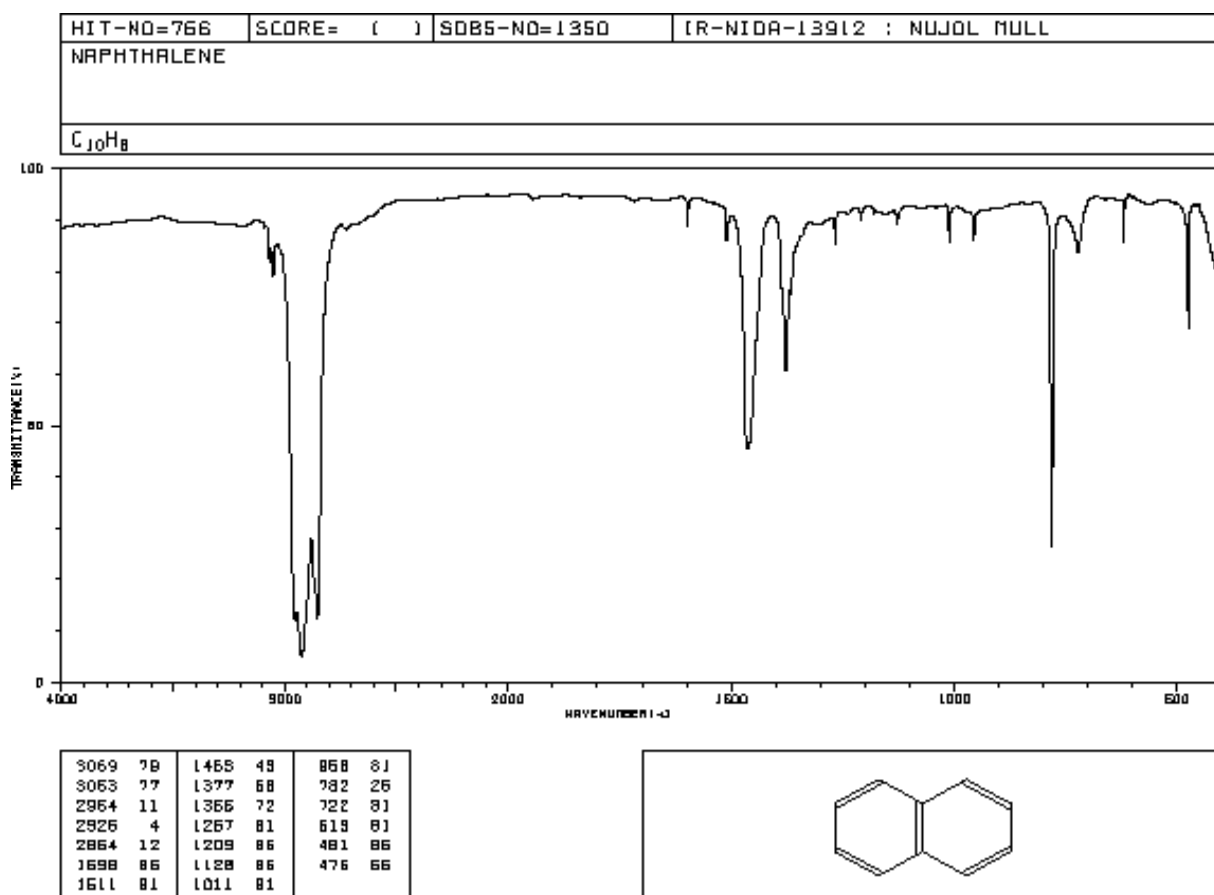
Tebranish chastotasi, sm^{-1}	Funksional guruh	Tebranish shakli
3051,89	aromatik yadrodagi -C-H	valent tebranish
1503,52	aromatik yadrodagi C=C	valent tebranish
782,14	aromatik yadro C=C	valent tebranish
610,96	aromatik yadrodagi -C-H	deformatsion tebranish



3.3-rasm. Naftalin(91-20-3) IQ1 tegishli mahsulotlar ko'rinishi.

Naftalin reaksiyalari asosan vodorod atomlarini galogen atomlari, nitroguruhlar, sulfonik kislota guruhlari va alkil guruhlari bilan almashish reaksiyalaridir. Ko'p miqdorda naftalin bo'yoq ishlab chiqarishda oraliq mahsulot sifatida foydalanish uchun naftilaminlar va naftollarga aylanadi. Ko'p yillar davomida naftalin ftal anhidrid olish uchun asosiy xomashyo bo'lgan. Naftalin ko'mir smolasining eng keng tarqalgan komponenti bo'lib, u tutunsiz yoqilg'i sifatida foydalanish uchun ko'mirni koksga distillashning mahsulotidir.

Hozirgi vaqtda naftalin ko'pincha bo'yoqlar, plastifikatorlar, insektitsidlar va ba'zi farmatsevtika mahsulotlarini ishlab chiqarishda qo'llaniladigan ftal anhidrid ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida ishlatiladi. Naftalinning yana bir klassik qo'llanilishi tuproq fumiganti sifatida edi. Bu foydalanish endi to'xtatildi.



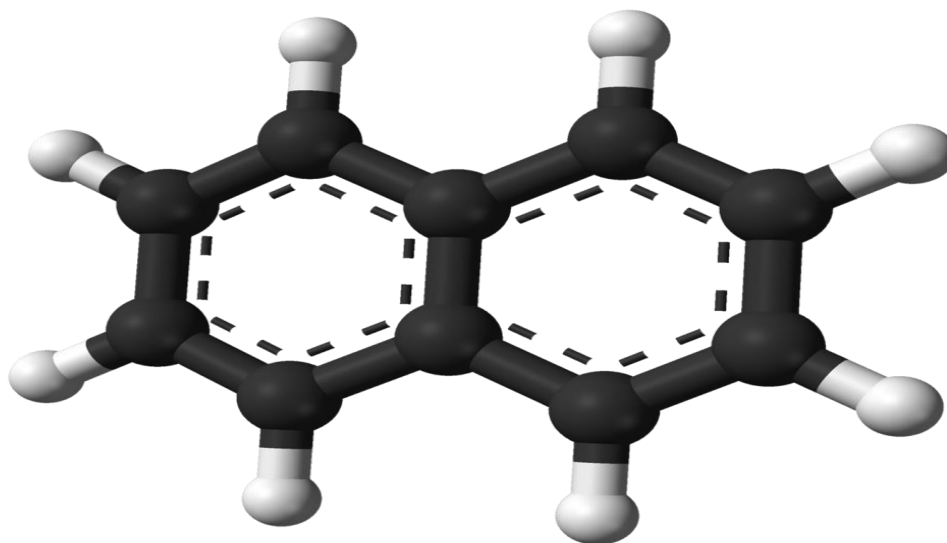
3.4-rasm. Naftalin(91-20-3) IQ2 tegishli mahsulotlar ko'rinishi.

Naftalin sulfonat bo'yoqlar va pigmentlar uchun juda samarali aniondir. Naftalin arzon narxlardagi xususiyatlarni namoyish etadi va yaxshi issiqlikka chidamlilikka ega. Naftalin kislota va ishqorlarga nisbatan yuqori qatronga ega. Naftalin naftalin sulfonatlarini olish uchun, shuningdek, turli xil bo'yoqlar va tekislash vositasi sifatida ishlatiladi. Naftalin sulfonat keng ko'lamli naslchilik uchun yaxshi. Dispersiya mashinasi bilan maxsus, oz miqdorda yaxshi tekislash va har xil narsalardan bo'yoqlar va pigmentlarni yaxshi singdirish xususiyatiga ega.

Naftalin sulfonat 100 °C dan yuqori haroratlarda barqaror. Naftalin sulfonat keng pH ko'rinishini saqlaydi, pH taqsimoti: 2-12. Naftalin - C₁₀H₈ formulali organik birikma.

Naftalin oq kristall qattiq moddadir va eng oddiy polisiklik aromatik uglevodorod hisoblanadi. Spectrum tomonidan taqdim etilgan tasniflanmagan mahsulotlar ularning umumiy sanoat foydalanish yoki tadqiqot maqsadlari uchun

mos ekanligini va odatda inson iste'moli yoki terapevtik foydalanish uchun mos emasligini ko'rsatadi. Murakkab xona haroratida asta-sekin sublimatsiyalanadi (qattiq moddadan gazga aylanadi) yonuvchan bug' hosil qiladi.



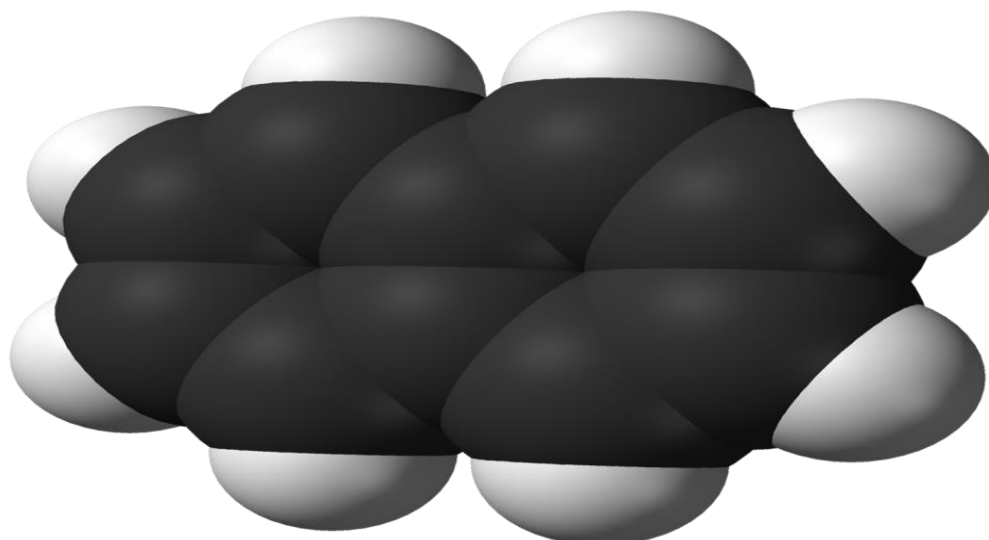
3.5-rasm. Naftalin molekulasining shar va tayog modeli, C₁₀H₈, kristal tuzilishida topilgan. (Acta Cryst-dan keltirilgan rentgen kristallografik ma'lumot)

Naftalin neft tarkibidagi kabi uglevodorodlarning murakkab aralashmasidan iborat. Naftalin tabiiy ravishda neft va ko'mir smolalarida uchraydi. Naftalin bularning har qandayidan xomashyoni 200°C dan 250°C gacha (392°F va 482°F) haroratgacha qizdirish orqali olinadi va o'rta neft deb nomlanuvchi uglevodorodlar aralashmasini hosil qiladi.

Naftalin atrof-muhitdagi eng oddiy, eng ko'p va suvda eng ko'p eriydigan modda hisoblanadi. Naftalin ko'mir smola fraksiyasidan kristallanish va distillash yo'li bilan olinadi. Naftalin ko'pincha tabiiy va sintetik kauchuklarda dispersant sifatida, beton uchun naftalin sulfonatli superplastifikatorlar ishlab chiqarishda, bo'yoqlarda, teri sanoatida ko'nchilik vositalarida, insektitsidlar ishlab chiqarishda va boshqalarda ishlatiladi.

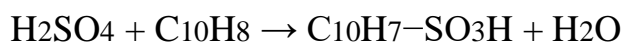
Elektrofil aromatik almashtirish reaksiyalarida naftalin benzolga qaraganda osonroq reaksiyaga kirishadi. Masalan, naftalinning xlorlanishi va bromlanishi katalizatorsiz 1-xloronaftalin va 1-bromonaftalin hosil bo'lishi bilan sodir bo'ladi.

Xuddi shunday, benzol ham, naftalin ham Friedel-Crafts reaksiyalari yordamida alkilinishi mumkin bo'lsa-da, naftalin ham sulfat yoki fosfor kislotasi katalizatorlari yordamida alkenlar yoki spirtlar bilan reaksiyaga kirishib oson alkilinishadi. Regiokimyoviy nuqtai nazardan elektrofillar alfa holatida hujum qiladi. Alfa ning beta almashtirishga nisbatan selektivligini oraliq mahsulotning rezonans tuzilmalari nuqtai nazardan tushuntirish mumkin: alfa almashtirish oraliq uchun yettita rezonans strukturasi chizish mumkin, ulardan to'rttasi aromatik halqani saqlaydi. Beta almashtirish uchun oraliq faqat oltita rezonans tuzilmalariga ega va ulardan faqat ikkitasi aromatikdir.



3.6-rasm. Naftalin molekulasining bo'shliqni to'ldirish modeli, C₁₀H₈, kristal tuzilishida topilgan. (Acta Cryst-dan keltirilgan rentgen kristallografik ma'lumot)

Sulfonlash natijasida kinetik mahsulot sifatida "alfa" mahsuloti naftalin-1-sulfonik kislota, termodinamik mahsulot sifatida naftalin-2-sulfonik kislota hosil bo'ladi. 1-izomer asosan 25 °C da, 2-izomer esa 160 °C da hosil bo'ladi. 1- va 2-sulfonik kislota hosil qilish uchun sulfonlanish oson kechadi:

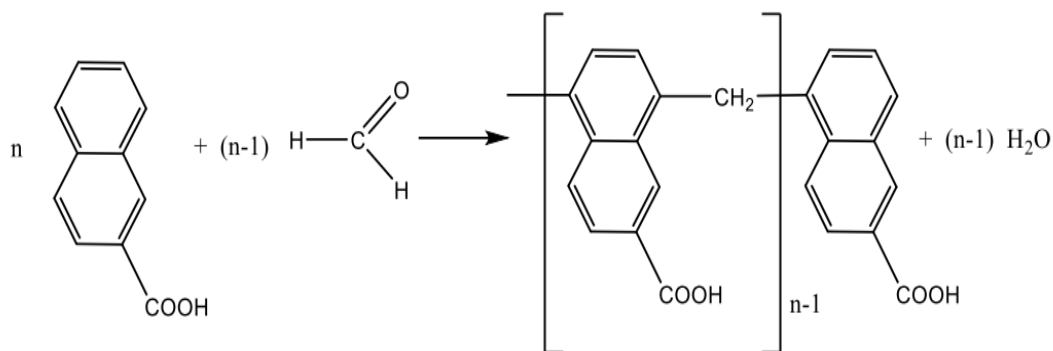


Keyingi sulfonlanish di-, tri- va tetrasulfonik kislotalarni hosil qiladi.

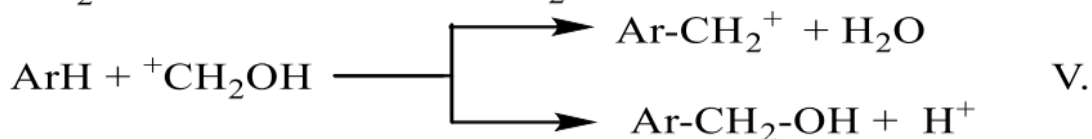
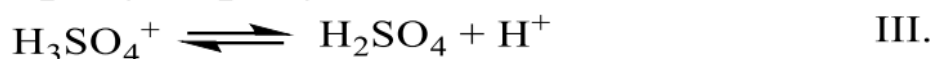
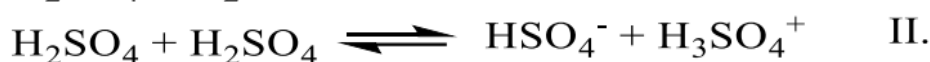
Chiziqli tuzilishga ega polimetilennaftalin karbon kislotaning natriyli tuzi oligomerini sintezini tadqiq qilish bo‘limi quyidagi bosqichlardan iborat.

I. Piroliz moyidan ajratib olingan naftalin gomologlari fraksiyasidan(220-250°C) olingan naftalin gomologlari tozalandi va oksidlandi.

II. Olingan naftalinkarbonkislotalarni formalin (35% li) bilan polikondensatlandi. Polikondensatlanish reaksiyasi sxemasi quyidagicha:



Jarayon mexanizmi quyidagicha:



Naftalin sulfonik kislotalar naftalin sulfonat polimer plastifikatorlari (dispersantlar) ishlab chiqarishda qo‘llaniladi, ular beton va gipsokarton (devor yoki gipsokarton) ishlab chiqarishda qo‘llaniladi. Ular, shuningdek, sintetik va tabiiy kauchuklarda dispersant sifatida, teri sanoatida taninlar (sintanlar), qishloq xo‘jaligi formulalarida (pestitsidlar dispersantlari), bo‘yoqlarda va qo‘rg‘oshin kislotali akkumulyator plitalarida dispersant sifatida ishlatiladi. Naftalin sulfonat polimerlari naftalin sulfonik kislotani formaldegid bilan ishlov berish, so‘ngra natriy gidroksid yoki kaltsiy gidroksid bilan neytrallash orqali ishlab chiqariladi.

Ushbu mahsulotlar yuqori quvvatli beton ishlab chiqarish uchun superplastifikator sifatida savdo sifatida sotiladi.

Sanoatda naftalin polivinilxlorid (PVX) deb nomlangan plastmassa ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Jamoat hojatxonalarida naftalinni hojatxona deodorantlari bloklarida topish mumkin. Uy sharoitida naftalinni kuya repelentlarida topish mumkin.

Naftalin sharlari jun kiyimlarning maishiy konservanti sifatida va hojatxonalar, siydik yo'llari, hammom va hokazolar uchun dezodorant tabletkalari sifatida keng qo'llaniladi. Ular naftalin parchalaridan o'zining sharsimon qolipga ega bo'lgan planshet tayyorlash mashinasida ishlab chiqariladi.

Naftalin muhim uglevodorod xomashyosi bo'lib, asosan ftalik anhidrid va polivinilxlorid (PVX) plastmassalarini ishlab chiqarish uchun ishlatiladi.

Naftalin grafen varaqlarini ishlab chiqarish uchun organik erituvchilarda grafitning suyuq fazali eksfoliatsiyasida ishlatilgan. U uglerod bilan qoplangan Si 70 Sn 30 nanozarralarini tayyorlashda ishlatilgan.

U natriy xolatining yig'ilish harakatini o'rganish uchun floresan zond sifatida ishlatilgan.

U qo'shilgan qisqa zanjirli chiziqli va tarmoqlangan spirtlarning 1:1 nisbatda naftalin va b-siklodekstrin kompleksining bog'lanishiga ta'sirini o'rganish uchun ishlatilgan. Naftalinning toksik ta'siri bo'yicha mavjud bo'lgan ma'lumotlarning aksariyati hayvonlarda in vivo yoki in vitro preparatlari bilan o'tkazilgan tadqiqotlardan olingan.

Bir umr davomida har kuni naftalin bug'lari bilan nafas olayotgan kalamush va sichqonlarda burun va burun o'smalari va o'pkalari tirnash xususiyati keltirgan. Ba'zi urg'ochi sichqonlarda o'pka shishi bor edi. Ba'zi hayvonlarni iste'mol qilgandan keyin ko'zlari xiralashgan.

Naftalin hayvonlarda reproduktiv muammolarni keltirib chiqaradimi yoki yo'qmi, aniq emas. Naftalin odamlarda saratonga olib kelishi mumkinligini ko'rsatadigan to'g'ridan-to'g'ri ma'lumotlar mavjud bo'lmasa-da, naftalin ta'siri hayvonlarda saratonga olib kelishi mumkin.

Ko'p miqdorda naftalinga ta'sir qilish qizil qon hujayralariga zarar etkazishi yoki yo'q qilishi mumkin, bu gemolitik anemiya deb ataladi. Gemolitik anemiyaning belgilari juda charchagan yoki bezovtalanish, ishtahaning etishmasligi va rangpar teridir. Ko'p miqdorda naftalinga ta'sir qilish, shuningdek, oshqozon buzilishi, diareya, siydikda qon va sariq rangli teriga olib kelishi mumkin. Juda yosh bolalar va tug'ilmagan bolalar naftalinga ta'sir qilishsa, ayniqsa kimyoviy moddalarni iste'mol qilsalar, yuqori xavf ostida. Ba'zi chaqaloqlar naftalin ko'piklarida saqlanadigan kiyim yoki adyolga yaqin bo'lganlarida kasal bo'lib qolishgan.

Eritilgan naftalin yomon eriydigan aromatik birikmalar uchun ajoyib eriydigan vositadir. Ko'p hollarda u diklorbenzol, benzonitril, nitrobenzol va duren kabi yuqori qaynaydigan boshqa erituvchilarga qaraganda samaraliroq. Naftalinning boshqa fumigant foydalanish turlariga tuproqda fumigant pestitsid sifatida foydalanish, hayvonlar va hasharotlarni qaytarish uchun chodirlarda, shuningdek, hasharotlar zararkunandalari hujumidan tarkibni himoya qilish uchun saqlash qutilari va muzey shkaflarida foydalanish kiradi. Naftalin qora tutun ishlab chiqarish va portlashlarni simulyatsiya qilish kabi pirotexnika maxsus effektlarida qo'llaniladi.

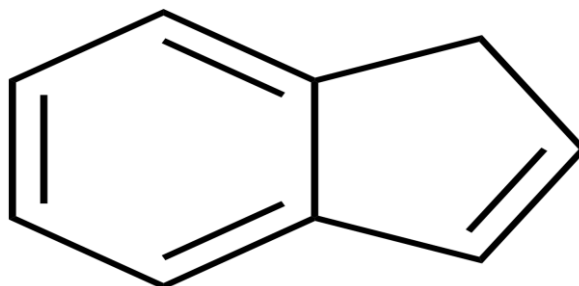
Naftalin va uning alkil gomologlari kreozotning asosiy tarkibiy qismidir. Naftalin texnologiyada ommaviy sublimatsiya yordamida issiqlik uzatishni o'rganish uchun ishlatiladi.

3.2-&. Piroliz moyi tarkibidan indenni ajratib olish metodikasi

Uglevododrodlar qayta ishlash jarayonidan hosil bo'lgan piroliz moyi tarkibidan laboratoriya sharoitida indenni ajratib olish metodikasi quyidagicha. Ishda "Uz-Kor Gas Chemical" MChJ ga qarashli Ustyurt gaz - kimyo majmuasining ikkilamchi mahsuloti "piroliz moyi" dan asosiy xomashyo sifatida foydalanildi. Buning uchun laboratoriya sharoitida haydash qurilmasi yig'ildi.

Kerakli jihozlar: tubi dumaloq kolba 1000 ml, fraksion kalonka, pauk yig'gich kolbasi, termometr hamda qizdirish asbobi.

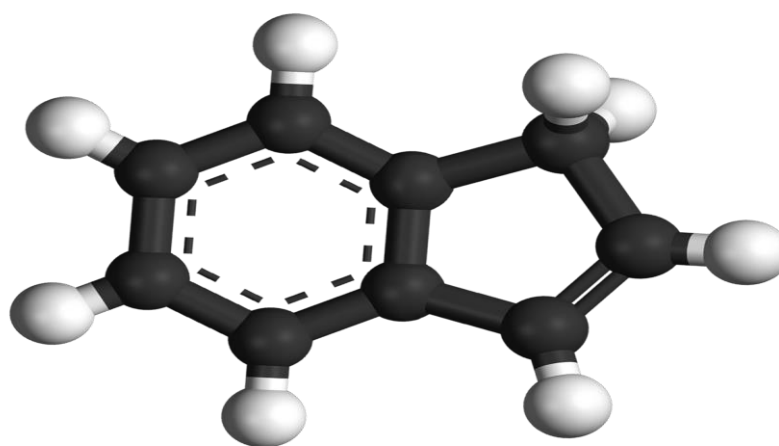
Tubi dumaloq kolbaga 600-650 ml piroliz moyi solindi va 5 gr qaynatgich solinib haydash qurilmasiga joylandi. Harorat har daqiqada 10°C qo‘shib borildi. Fraksiyalar ajralishi 180-185°C da haydala boshlaydi. Har bir fraksiyalar alohida idishlarga olindi va ularni tarkibi o‘rganildi. 1-fraksiyaning tarkibida inden, 1-metilinden, tetralin fraksiyaning 70% ni tashkil qiladi. 2-fraksiyaning tarkibini esa naftalin 92% ini tashkil qiladi. 1-fraksiyaning 30% ni va 2-fraksiyaning 8% ni boshqa moddalar tashkil qiladi.



3.7-rasm. Inden molekulasining struktura formulasi

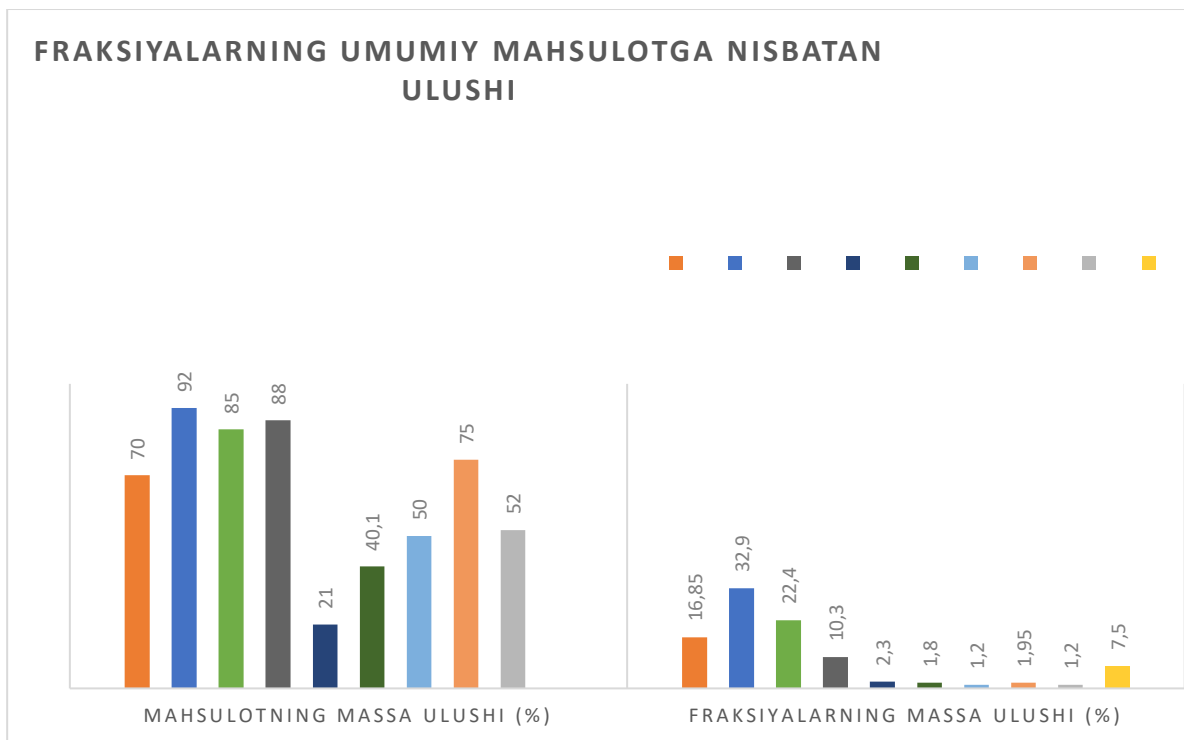
Haydab olingan 1-fraksiyamiz dastlab flegma sonini sanash usuli bilan takror haydadi so‘ngra kolonkali xromotografiya usuli orqali inden tozalab olindi.

Inden. Tozalik darajasi 80%. Oqdan och sariq ranggacha, o‘ziga xos hidli suyuq modda; empirik formulasi C_9H_8 ; $M_r=116.16$ g/mol. $T_{qayn}= 181-182$ °C , zichligi $d^{25}= 0,996$ g/sm³. IQ-spektr: 3051,89 sm⁻¹, 610,96 sm⁻¹ (aromatik yadro -C-H), 1503,52 sm⁻¹, 782,14sm⁻¹(aromatik yadro C=C).



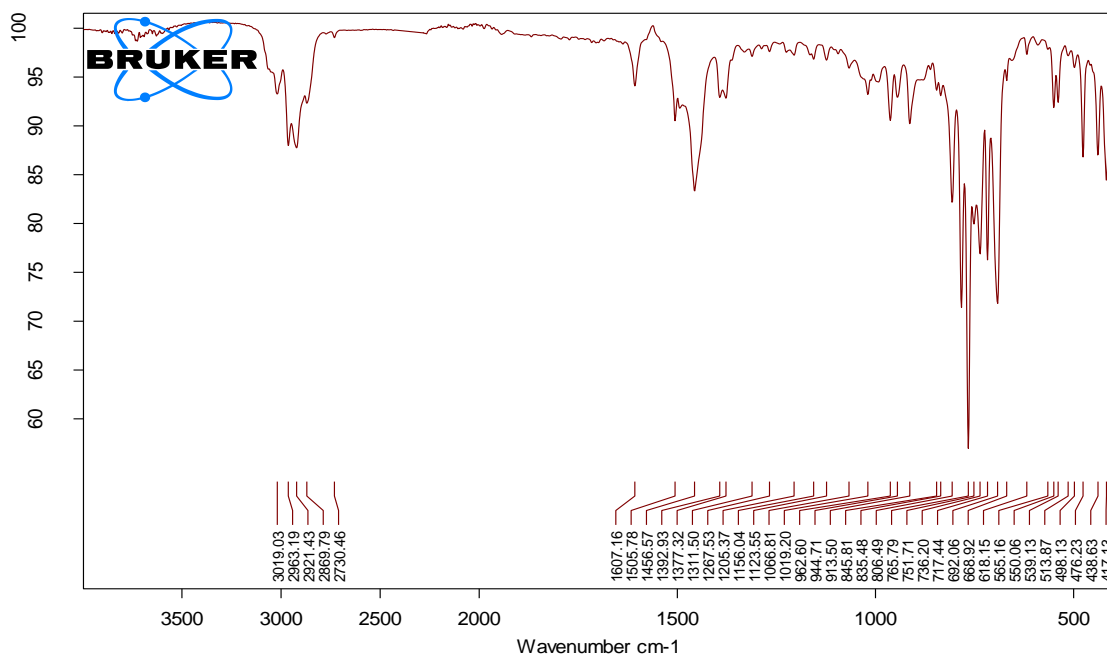
3.8-rasm. Inden molekulasining shar va tayoq modeli, $C_{10}H_8$, kristal tuzilishida topilgan. (Acta Cryst-dan keltirilgan rentgen kristallografik ma'lumot)

Haydash natijasida olingan 1-fraksiyaning tarkibida 70% gacha inden tashkil qilishi aniqlandi.



3.9-rasm. Piroliz moyi fraksiyon tarkibi diagrammasi

Piroliz moyi faraksiyalarining 1-fraksiyasi yani inden tarkibli fraksiya umumiy tarkibning 16,8% ini tashkil qiladi. Fraksiyaning 70% ini esa inden moddasi tashkil qiladi.



3.10-rasm. Indenning IQ-spektri

Inden fraksiyasining IQ-spektri natijalari asosida (3.10-rasm) esa quyidagi xulosalarga kelish mumkin: inden molekulasida tarkibidagi -CH guruhining valent tebranishi o'rtacha intensivlikda 3019 sm^{-1} sohada kuzatildi, CH_2 - guruhining valent tebranishiga xos yutilish maksimumlari esa 2963 sm^{-1} sohada namoyon bo'ldi. $-\text{CH}_2$ va $-\text{CH}$ guruhlariga tegishli deformatsion tebranishlariga hos yutilish chiziqlari $1607,16$ va $1505,7\text{ sm}^{-1}$ sohada namoyon bo'ldi. Adabiyotlardan olingan xulosalarga asosan inden molekulasining 717 va 1205 sm^{-1} sohalarda barmoq izi sohasiga tegishli yutilish chiziqlari past intensivlikda hosil bo'ldi.

3.2-jadval

Indenning IQ – spektri tahlili

Tebranish chastotasi, sm^{-1}	Funksional guruh	Tebranish shakli
3019	aromatik yadrodagi -C-H	valent tebranish
2963	aromatik yadrodagi – CH_2	valent tebranish
1607,16	aromatik yadrodagi – CH_2	deformatsion tebranish
1505,7	aromatik yadrodagi –CH	deformatsion tebranish
1205	aromatik yadro	valent tebranish
717	aromatik yadro	valent tebranish

Ajratib olingan moddalardan naftalin va inden moddalarining IQ-spektri va spektr tahlili keltirildi.

Indening tozalab olish uchun dastlab fraksiya qayta rektifikatsiya usuli orqali haydaladi $182,8^\circ\text{C}$ harorat barqaror ushlab turilgan holda inden fraksiyasi ajratib olindi. Toza holatda ajratib olingan inden IQ-spektri olindi va tahlil qilindi.

III bob bo'yicha xulosalar

Haroratning ko'tarilishi natijasida yuqori haroratda qaynovchi uglevodorodlaning ajralib chiqishi jarayoni o'rganildi.

Naftalin ajratib olindi va dastlab preslash so'ngra suv bug'i bilan haydash orqali naftalin tozalandi.

Uglevododrodlar qayta ishlash jarayonidan hosil bo'lgan piroliz moyi tarkibidan laboratoriya sharoitida indenni ajratib olish metodikasi keltirildi.

Indening tozalab olish uchun dastlab fraksiya qayta rektifikatsiya usuli orqali haydaladi. Toza holatda ajratib olingan inden IQ-spektri olindi va tahlil qilindi.

XULOSALAR

1. Uglevodorodlar pirolizi ikkilamchi mahsuloti “piroliz moyi” tarkibi tahlil qilindi.
2. Neft va tabiiy gaz mahsulotlari va ularni qayta ishlash natijasida hosil bo‘ladigan ikkilamchi mahsulotlardan foydalangan holda turli kimyoviy birikmalar ishlab chiqarishning yangi usuli va texnologiyasini yaratish hozirgi vaqtdagi muhim amaliy ahamiyatga ega vazifalardan biri ekanligi ta’kidlangan.
3. Uglevodorodlar pirolizi jarayonidan hosil bo‘lgan piroliz moyi tarkibidan asosiy qismini naftalin va uning gomologlari tashkil qilishi aniqlandi. Piroliz moyi tarkibidan 210-230° C da naftalin fraksiyasi ajratib olindi.
4. Uglevodorodlar pirolizi jarayonidan hosil bo‘lgan piroliz moyi tarkibidan naftalin bilan inden moddasi borligi isbotlandi. “Piroliz moyi” tarkibidan 180-185° C da inden fraksiyasi ajratib olindi.
5. Piroliz moyi tarkibidan olingan indening tozalab olish uchun dastlab fraksiya qayta rektifikatsiya usuli orqali haydaldi va toza holatda ajratib olingan indenning IQ-spektri olindi va tahlil qilindi.
6. Piroliz moyi tuzilishi va xossalari fizik-kimyoviy analiz usullari yordamida aniqlangan. Zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullaridan xromato-mass hamda IQ- spektroskopiya usullaridan foydalanildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

I. Normativ-huquqiy hujjatlar va metodologik ahamiyatga molik nashrlar

1.1. “O‘zbekiston Respublikasining 2022-2026-yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-60 2022-yil 28-yanvarda chiqarilgan farmoni.

<https://lex.uz/docs/-5841063>

1.2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 7-fevraldagi PF-4947-sonli “2017-2021-yillarda O‘zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni.// www.lex.uz.

1.3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 7-maydagi PQ-5107-sonli “Neft-gaz hamda elektr energetika sohalari uchun malakali kadrlar tayyorlash tizimini yanada takomillashtirish to‘g‘risida”gi Qarori.// www.lex.uz

II. Monografiya, ilmiy maqola, patent, ilmiy to‘plamlar

2.1. Maksumova O.S., Turobjonov S.M. Organik sintez mahsulotlari texnologiyasi. Toshkent, “Fan va texnologiya”., 2010. - 232 b.

2.2. Xamidov B.N., Fozilov S.F., Saydaxmedov Sh.M, Mavlonov B.A. Neft va gaz kimyosi. Toshkent. “Muxarrir”., 2014 y, - 598 b.

2.3. Azimov A.G., Yuldashev R.X., Yusupxodjayeva E.V. Neft va gaz kimyosi o‘quv qo‘llanma. Toshkent, “Fan va texnologiya”., 2017. - 286 b.

2.4. Торховский В.Н., Николаев А.И., Бухаркин А.К. Пиролиз углеводородного сырья. Москва, 2004. С. 6-12.

2.5. Александрова И.В. Пиролиз углеводородного сырья. г.Тоболске. – Тюмен: Издателский центр БИК, ТИУ, 2017. - 32 с.

2.6. Литвинцев, И. Пиролиз. Тхе Чемисал Жоурнал. 2006. №6. С. 42-46.

2.7. Ямпольский Ю.П. Элементарные реакции и механизм пиролиза углеводородов. Москва, Химия, 1990. С. 92-110.

2.8. Ковалева Н. Ю., Раевская Э. Г., Рощин А. В. Пиролиз пластиковых отходов. Обзор. Химическая безопасность / чемисал сафетй ссиенсе, 2020, 4, (1), С. 48 – 79. [хттпс://ДОИ: 10.25514/ЧС.2020.1.17004](https://doi.org/10.25514/ЧС.2020.1.17004)

2.10. Устинов В.А., Козлита А.Н., Люлкин М.С. Выбор температурного режима в аппарате пиролиза на основании химии процесса. «Нефтегазовое дело», 2011, № 3. С. 208-215.

2.11. Ҳассан Ал-Ҳаж Ибраҳим. Пйролйсис. Публишед: Жануарй 22 нд, 2020. DOI: 10.5772/интечопен.90366.

2.12. Тсуканов М.Н., Кходзхиев М.Я. Анализ оф девелопмент оф технологй оф продустион оф сесондарй продусте фром пйролйсис дистиллате. Интернационал Жоурнал оф Мультидисциплинарй Ресеарч (ИЖМР) - Пеер Ревиевед Жоурнал Марч 2020, С. 246-252.

2.12. Минигалиев Т.Б., Якупов А.А., Дорожкин В.П., Коробейникова О.А. Пиролиз углеводородов. Нижнекамский химико-технологический институт. Нижнекамск 2010. - 40 с.

2.13. Ямпольский Ю.П. Элементарные реакции и механизм пиролиза углеводородов. Москва, Химия, 1990. С. 23-35.

2.14. Bensabath, T., Monnier, H., & Glaude, P.-A. Detailed kinetic modeling of the formation of toxic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) coming from pyrolysis in low-pressure gas carburizing conditions. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 2016.122, P. 342–354. DOI:10.1016.

2.15. González-Pérez J.A., Almendros G., de la Rosa J.M., González-Vila F.J. Appraisal of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in environmental matrices by analytical pyrolysis (Py-GC/MS). J. Anal. Appl. Pyrolysis. 2014. №109. P.1-8.

2.16. Qin X., Chi H., Fang W., Guo Y., Xu L. J. Anal. Appl. Pyrolysis 104 (2013) – 593 p.

- 2.17. Za'mostny P., Be'lohav Z., Starkbaumova L., Patera J. J. Anal. Appl. Pyrolysis 87 (2010) – 207 p.
- 2.18. Мухина. Т.Н., Барабанов Н.Л., Бабаш С.Э., и др. Пиролиз углеводородного сырья. Масква. Химия, 1987. С. 15-27.
- 2.19. Гориславец С.П., Тменов Д.Н., Маёров В.И. Пиролиз углеводородного сырья. АН УССР, Ин-т газа. – Киев. «Наук. думка» 1977. С. 17-41.
- 2.20. Bai Z., Chen H., Li B., Li W. Catalytic decomposition of methane over activated carbon. J. Anal. Appl. Pyrolysis. 2005, 73: P. 335–341. doi:10.1016/j.jaap.2005.03.004.
- 2.21. Fau, G.; Gascoin, N.; Steelant, J. J. Anal. Appl. Pyrolysis 2014, 108, P. 1– 11.
- 2.22. Burkle-Vitzthum V., Bounaceur R., Michels R., Scacchi G., Marquaire M. J. Anal. Appl. Pyrolysis 125(2017) – 40 p.
- 2.23. Bounaceur R., Lannuzel F., Michels R., Scacchi G., Marquaire M., Burkle-Vitzthum V. J. Anal. Appl. Pyrolysis 122 (2016) – 442 p.
- 2.24. Gong C.M., Ning H.B., Xu J.Q., Li Z.R., Li X.Y. J. Anal. Appl. Pyrolysis 110 (2014) - 463 p.
- 2.25. Wang Y., Xian X., Hou X., Zhang X., Liu G. J. Anal. Appl. Pyrolysis 113 (2015) - 133 p.
- 2.26. Wang Y., Zhao Y., Liang C., Chen Y., Zhang Q., Li X.Y. J. Anal. Appl. Pyrolysis 128 (2017) – 412 p.
- 2.27. Yacob T.W et al. Pyrolysis of human feces: Gas yield analysis and kinetic modelling. August 2018. Waste Management 79(214)., - 222 p. DOI:10.1016/j.wasman.2018.07.020.
- 2.28. Nagaraja S.S., Curran H.J. A pyrolysis study of allylic hydrocarbon fuels. Int. J. Chem. Kinet., 52 (2020), P. 964-978.
- 2.29. Zhang G. T., Evans B. Progress of Modern Pyrolysis Furnace Technology. Advances in Materials Physics and Chemistry, 2012, № 2, P. 169-172. doi:10.4236/ampc.2012.24B044.

2.30.Соколов Р.С. Химическая технология, т.2 – М : Владос,2000. – С. 254-256.

2.31.Тимофеев В.С, Серафимов Л.А. Принципы технологии основага органического и нефтхимического синтеза М: Высшая школа. 2010. – 287 с.

2.32.Л. М. Попова, С. В. Вершилов технология органических веществ част и учебное пособие 2015 г. – С. 32-34

2.33.С.С.Сигаева, П.Г.Цырульников, Д.А.Шляпин, Т.С.Дорофеева, Н.Н.Войтенко, В.И.Вершинин, Н.А.Давлеткилдеев, Г.Б.Кузнецов, СЛ.Канашенко Катализаторы пиролиза метана: подготовка и исследование фехралевого носителя. Журнал прикладной химии. 2009. Т. 82. Вып. 2. – 313 с.

2.34.О.В. Николаева. Современные процессы пиролиза углеводородного сыря. Вестник магистратуры. 2020. № 5-3 (104). – 134 с.

2.35.Сигаева С.С., Лихолобов В.А., Цырульников П.Г. Пиролиз метана на термообработанной фехральной спирали, нагреваемой электрическим током // Кинетика и катализ. 2013. Т. №54. - 208 с.

2.36.Сигаева С.С., Слептерев А.А., Темерев В.Л., Цырульников П.Г . // Химия в интересах устойчивого развития. 2013. Т. 21. № 1. - 91 с.

2.37.С.С. Сигаева, В.Л. Темерев, В.А. Борисов, П.Г. Цырульников. Пиролиз метана на фехралевои резистивном катализаторе при добавлении водорода или кислорода в реакционную смесь. Катализ в промышленности, т. 15, № 2. 2015. - 6 с.

2.38.Т.Б. Минигалиев, А.А. Якупов, В.П. Дорожкин, О.А. Коробейникова. Пиролиз углеводородов. Методические указания для выполнения лабораторных работ. Нижнекамский химико-технологический институт: Нижнекамск.- 2010.-. 19 с.

2.39.О.С.Максумова, С.М.Туробжонов. Органик синтез технологияси “Фан ва технология” 2010. - Б. 41-43.

2.40.Ивановский В. И. Технический углерод. Процессы и аппараты. Учебное пособие. Издание второе. Переработанное и дополненное. – Омск: «Типография БЛАНКОМ», 2019. - 256 с.

2.41. Юн Хинхуа, Шанггуан Венфенг Одновременная каталитическая очистка газов от сажи и оксидов азота с применением комплексных катализаторов на основе оксида неодима. Хуагонгхуебао, Журнал оф Чемисал Индустрй анд Энгинееринг (Чина). № 1, 2006, – С. 36-40.

2.42.Официальный сайт СП ООО ”Уз-Кор Гас Чемисал” [хтти://www.uz-kor.com/индекс.пхп/ру/деятелност 2018 г.](http://www.uz-kor.com/индекс.пхп/ру/деятелност 2018 г.)

2.43.Urunov S.N., G‘aybullayev S.A. Pirokondensat tarkibining kimyoviy tahlili. "Science and Education" Scientific Journal March 2021 / Volume 2 Issue 3. –В. 32-40.

2.44.Gaybullaev S.A., Tursunov B.J. Pirokondensat kak ценное сырьё химического синтеза // Universum: Texnicheskie nauki : elektron. nauchn. jurn. 2020. № 6(75). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/9680>

2.45.Кодиров О.Ш., Мирзакулов Х.Ч., Бердиев Х.У., Шарипова В.В. Исследование химического состава пироконденсата пиролизного производства.// Универсум: Технические науки: электрон. научн. журн. 2018. № 9(54). УРЛ: [хтти://7универсум.com/ру/теч/архиве/итем/6383](http://7универсум.com/ру/теч/архиве/итем/6383)

2.47.Xushboqov A.B., Xushbaqov I.B. "PIROLIZ JARAYONI MAHSULOTLARI." *INNOVATION IN THE MODERN EDUCATION SYSTEM* 2.24 (2022): 416-418.

2.48.Лебедева М.А., Колесник В.Д., Машуков В.И., Эгоров А.В. Хроматографическое определение химического состава тяжелых смол пиролиза. // Известия Томского политехнического университета. 2010. Т. 316. № 3. С. 102-105.

2.49.Булавка Ю.А., Ляхович В.А., Москаленко А.С. Современные направления переработки тяжелой смолы пиролиза углеводородного сырья. // Новые технологии – нефтегазовому региону. Международной научно-практической конференции. Том-III. Тюмен ТИУ 2018. С. 31-33.

2.50.Лебедова М.А., Машуков В.И., Головкин А.К. Анализ и переработка тяжелой смолы пиролиза. // Химия в интересах устойчивого развития (20) 2012. С. 633-638.

2.51.Раков А.В., Бурмистров Д.А., Фарахов М.М., Клинов А.В., Малыгин А.В. “Экспериментальное исследование возможности переработки тяжелой смолы пиролиза с получением нафталиновой фракции”.//Вестник Казанского технологического университета, № 7, 2010. С. 304-309.

2.52.Садыгов Ф. М., Магеррамова З. Ю., Гаджиев Г. Н. и др. Сочетание технологического режима пиролиза и качественного состава тяжелой смолы. Азербайджанский химический журнал. № 4. 2016. С. 60-63.

2.53.Садыгов Ф. М., Магеррамова З. Ю., Гаджиев Г. Н. и др. Влияние технологического режима установки термического пиролиза углеводородов на качественный состав тяжелой смолы. World Science Journal 2019 № 1(41), Vol.1, С. 29-35.

2.54.Валиев Д.И., Гарифуллин Р.Ф. Исследование технологии окисления легкой смолы пиролиза воздухом в присутствии щелочи и уксусной кислоты. // Науч. электронный журнал "Меридиан". №12(30) 2019. С.1-4.

2.55.Булавка Ю.А., Якубовский С.Ф. Разработка эффективной технологии извлечения нафталина из тяжелой смолы пиролиза // Инновационные материалы и технологии : материалы докладов Международной научно-технической конференции молодых ученых, Минск, 9-11 января 2019 г. – Минск : БГТУ, 2019. С. 211-214.

2.56.Булавка, Ю. А. Получение композиционных материалов на основе отходов нефтехимии и нефтепереработки. // Нефтехимический комплекс. Научно-технический бюллетен. Приложение к журналу «Вестник Белнефтехима» – №1(16) – 2017. - 10 с.

2.57.В.М. Капустин, М.Н. Цуканов, Основные направления переработки жидких продуктов пиролиза. Ссентифис идеас оф ёунг

сциентистс помйсьй наукове мјодйч наукоwsбw, Научные идеи молодых учёных, Новембер | 2020, С. 20-21.

2.58.Бондалетов В.Г., Бондалетова Л.И., Нгуен Ван Тхан. «Использование жидких продуктов пиролиза угле-водородного сырья в синтезе нефтеполимерных смол» // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-7. С. 1130-1133.

2.59.Цуканов М.Н. Пути применения вторичных продуктов пиролиза // Универсум: технические науки : электрон. научн. журн. 2021. 4(85). URL: <https://7универсум.ком/ру/теч/архиве/итем/11609>

2.60.Булавка Ю. А. Инновационный подход к переработке тяжелой смолы пиролиза углеводородного сырья/ Ю. А. Булавка и др.// Сборник трудов ХИИ Всероссийской научно-технической конференции«Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России». – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа(НИУ) имени И.М. Губкина, 2018. С. 23-26.

2.61.Булавка Ю. А. Рациональная переработка тяжелой смолы пиролиза углеводородного сырья/Ю. А. Булавка и др.// Татарстан УпЕхПро 2018: материалы ИИ Международной молодежной конференции(14–17 февраля 2018 г., Казан). – Казан: Изд-во Казан. ун-та, 2018. С. 120-121.

2.61.Беренц А.Д. Переработка жидких продуктов пиролиза// Химия, 1985. –С. 150-185.

2.62.Dardel François, Arden Thomas V. “Ion Exchangers”. Weinheim: Wiley-VCH. Vol. 19. P. 474-545. [doi:10.1002/14356007.a14_393.pub2](https://doi.org/10.1002/14356007.a14_393.pub2).

2.63.Horie K., Máximo Barón, Fox R. B., He J., Hess M., Kahovec J., Kitayama T., Kubisa P. Definitions of terms relating to reactions of polymers and to functional polymeric materials (IUPAC Recommendations 2003). From the journal Pure and Applied Chemistry. P. 889-901. <https://doi.org/10.1351/pac200476040889>

2.65.Lyu, J., Guo, X. Applications of Organic Ion Exchange Resins in Water Treatment. Applications of Ion Exchange Materials in the Environment, (2019). P. 205–225. [doi:10.1007/978-3-030-10430-6_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-10430-6_10)

2.66. Irving, J. Water treatment. Overview: Ion Exchange. Encyclopedia of Separation Science, 2000. P. 4469–4477. doi:10.1016/b0-12-226770-2/02031-7

2.67. Kathryn C. Sole, Michael B. Mooiman, Edmund Hardwick. Present and future applications of ion exchange in hydrometallurgy: an overview. July 2016. Conference: International Ion Exchange Conference IEx 2016 (Society of Chemical Industry) At: Cambridge, United Kingdom. P. 1-32.

2.68. Goc K., Kluczka J., Benke G., Malarz J., Pianowska K., Leszczyńska-Sejda K. Application of Ion Exchange for Recovery of Noble Metals. Minerals 2021, № 11, - 1188 p. <https://doi.org/10.3390/min11111188>

2.69. Felton G. E. Ion Exchange Application by the Food Industry. Advances in Food Research Volume 2, 1949. P.1–46. doi:10.1016/s0065-2628(08)60040-3

2.70. Inamuddin, Tauseef Ahmad Rangreez and Abdullah M. Asiri. Applications of Ion Exchange Materials in Chemical and Food Industries // Springer Nature Switzerland AG. – 2019. – P. 11–258.

2.71. Neier W. (n.d.). 2.11 Ion Exchangers as Catalysts. Ion Exchangers. P. 981-1027. doi:10.1515/9783110862430.981

2.72. Ramírez E., Bringué R., Fité C., Iborra M., Tejero J., Cunill, F. Role of ion-exchange resins as catalyst in the reaction-network of transformation of biomass into biofuels. Journal of Chemical Technology & Biotechnology, 92(11), 2017. P. 2775–2786. doi:10.1002/jctb.5352

2.73. Hartono R., Mulia B., Sahlan M., Utami T. S., Wijanarko A., Hermansyah, H. The modification of ion exchange heterogeneous catalysts for biodiesel synthesis. 2017. P. 1-6. doi:10.1063/1.4979236

2.74. Rajendra Bhaskar Bhandare. Ion Exchangers as Catalyst in Esterification Reaction: A Review. International Journal of Chemical Engineering Research. ISSN 0975-6442 Volume 10, Number 2 (2018), P. 105-118. DOI:[10.37622/IJChER/10.2.2018.105-118](https://doi.org/10.37622/IJChER/10.2.2018.105-118).

2.75. Elder D. P. Pharmaceutical Applications of Ion-Exchange Resins. Journal of Chemical Education, 82(4), 2005. – 575 p. doi:10.1021/ed082p575

2.76. Mahore J.G., Kamlesh J Wadher. Ion exchange resins: Pharmaceutical applications and recent advancement. March 2010. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research 1(2). P. 8-13.

2.77. Bilandi A., Mishra A.K. “Pharmaceutical ion exchange resins” A review International Journal of Advanced Pharmaceutics. 4. 2014. P. 134-145.

2.78. Нестеров Ю. В. Иониты и ионообмен. Атомредметзолото, Москва, 2007 г., - 480 с.

2.79. Гангвер Т.Э., Голдстейн М. Пиллай к.к.с. радиацион эффестс он ион эхчанге материал. С. Депт. оф Энергй, Ваш. 1977. - 128 п.

2.80. Weixiang X.D., Panab Z.N. Opportunities and challenges of high-pressure ion exchange chromatography for nuclide separation and enrichment. Chinese Chemical Letters. Volume 33, Issue 7, July 2022, P. 3413-3421. <https://doi.org/10.1016/j.ccllet.2022.03.017>

2.81. Kasture A. V., Wadodkar S. G., Mahadik K. K. and More H. N., A Textbook of Pharmaceutical Analysis and Instrumental Methods. 8th edition Pierce Scientific, Rockford, USA, 2002. P. 39- 47.

2.82. De Dardel F., Arden T. V. Ion Exchangers. Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry. 2002. doi:10.1002/14356007.a14_393

2.83. Zagrodni A. A. Ion Exchange Materials: Properties and Applications. January 2007. DOI:10.1016/B978-0-08-044552-6.X5000-X

2.84. Vlasov V.A., Vergun A.P., Orlov A.A. «Razdelitelnye процессы s primeneniem ionoobmennыx materialov» – Tomsk: TPU, 2002.

2.85. Luca, C. Ion exchange. Organic Ion Exchangers. Encyclopedia of Separation Science, 2000. P. 1617–1632. doi:10.1016/b0-12-226770-2/01251-5.

2.86. David Russell. Ion Exchange. Practical Waste Water Treatment, 2019. P. 403–407. doi:10.1002/9781119527114.ch18.

2.87. Синявский В.Г. Селективные иониты. Издательство «Техника» Кнев 1967. - 143 с.

2.88. Bleam W. Ion Exchange. Soil and Environmental Chemistry, 2017. P. 147–187. doi:10.1016/b978-0-12-804178-9.00004-5

2.89.Sillanpää M., Levchuk I. Ion Exchange. Natural Organic Matter in Water, 2015. P. 239–273. doi:10.1016/b978-0-12-801503-2.00008-2

2.90.Bornak, B. Ion Exchange in Desalination. Desalination, 2019. P. 479–495. doi:10.1002/9781119407874.ch11

2.91.Kornils B. Ion exchange resins. Wiley Online Library. April 2020. DOI:10.1002/9783527809080.cataz09088

2.91. Yi-Gong Chen, Weronika Sofińska-Chmiel Gui-Yuan Lv, Dorota Kołodyńska and Su-Hong Chen¹. Application of Modern Research Methods for the Physicochemical Characterization of Ion Exchangers. Materials (Basel). 2021 Nov. 14(22): 7067. Published online 2021 Nov 21. doi: [10.3390/ma14227067](https://doi.org/10.3390/ma14227067)

2.92.Turabdzhанov S. M., Kedelbaev B. Sh., Kushnazarov P. I., Badritdinova F. M., Ponamaryova T. V., Rakhimova L. S. New approach to the synthesis of polycondensation ion-exchange polymers for wastewater treatment. N E W S of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Volume 2, Number 434. 2019, P. 206–216. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.56>.

2.93.Sadykov K.A., Bektenov N.A., Ybraimzhanova L.K. Obtaining new polyfunctional ionexchange sorbents. Chem.J.Kaz., 2022, 2(78), P. 70-79. <https://doi.org/10.51580/2022-2/2710-1185.66>

2.94.Raximova L., Abdutalipova N., Nazirova R. Synthesis and Property of New Polycondensation Type of Ion Exchanging Polymer. June 2014. The Advanced Science Journal 2014(7): P.91-96. DOI:[10.15550/ASJ.2014.07.091](https://doi.org/10.15550/ASJ.2014.07.091)

2.95.Бердиева М.И., Турсунов Т.Т., Бекмуродова М.Г., Рахматова Н.Ш., Назирова Р.А. Исследование структуры фосфорнокислого катионита поликонденсационного типа Ж // Кимё ва кимё технологияси – 2016. – № 1. С. 38–40.

2.96.Гелферих Ф. Иониты. – М.: ИЛ. –1962. С. 54–58.

2.97.Салдадзе К.М., Пашков А.Б., Титов Б.С. Ионообменные высокомолекулярные соединения. – М.: Gosximizdat, 1960. С. 52–63.

2.98. Samsonov G.V., Pasechnik V.A. Ion Exchange and the Swelling of Ion-exchange Resins. October 2007. Russian Chemical Reviews 38(7): P. 547. DOI:[10.1070/RC1969v038n07ABEH001761](https://doi.org/10.1070/RC1969v038n07ABEH001761)

2.99. Kristy Touma, Tia Asmar, Pamela Abboud, Joya Cherfan. Ion Exchange Experiment. April 2021. DOI:[10.13140/RG.2.2.35342.84809](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35342.84809)

2.100. Комиссаренков А. А., Федорова О. В. Сорбционные технологии. определение свойств сорбентов: учебно-методическое пособие для выполнения курсовой работы / СПбГТУРП. – СПб., 2015. - 44 с.

2.101. Soldatov V., Sosinovich Z., & Mironova T. Acid–base properties of ion exchangers. II. Determination of the acidity parameters of ion exchangers with arbitrary functionality. *Reactive and Functional Polymers*, 58(1), 2004. P. 13–26. doi:[10.1016/j.reactfunctpolym.2003.11.004](https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2003.11.004)

2.102. Эгоров Н.Б., Шагалов В.В.. Определение ионообменной емкости ионита и равновесной концентрации редких элементов. Методические указания. Издательство Томского политехнического университета. 2012. С. 1-14.

2.103. Жураев М.М., Юлдашева С.Х., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г. Физико-химические свойства нового сульфокатионита, полученного на основе пластика поливинилхлорида. *Ўзбекистон кимё журналы*, 2020, №2. С. 63-72.

2.104. Самборский И.В., Выкуленко В.А. Ионообменные материалы. Их синтез и свойства. Екатеринбург.: Наука 1996. - 25 с.

2.105. Tao Luoa, Said Abdua, Matthias Wesslinga. Selectivity of Ion Exchange Membranes: A Review. March 2018. Journal of Membrane Science. – 555 p. DOI:[10.1016/j.memsci.2018.03.051](https://doi.org/10.1016/j.memsci.2018.03.051)

2.106. Синявский В.Г. Селективные иониты. Издательство «Техника» Киев 1967. С. 12-120.

2.107. Nash C.A. SuperLig Ion Exchange Resin Stability in Nitric Acid at Elevated Temperatures. Westinghouse Savannah River Company. 2001. – 37 p.

2.108. Эмелянов А.С., Родин А.В., Белова Э.В., Виданов В.Л. Термическая стабильность сульфокатионита КУ-2-8 в контакте с азотной

кислотой в изохорных условиях. физикохимия поверхности и защита материалов, 2019, 55, № 6, С. 582–587.

2.109.Копилова В.Д., Портникх Н.Б., Каримова Л.Б., Шабанова Л.Н. Инвестигатион оф тхермал стабилитй оф комплекс формс оф ион эхчангерс. Журнал прикладной кхимии [Жоурнал оф Аплиед Чемистрй]. 1979, Но. 3, П. 533-537 (Ин Руссиан).

2.110.Полянский Н.Г., Тулупов П.Э. Тхермал стабилитй оф анион эхчанге ресинс. Успекхи кхимии [Руссиан Чемисал Ревиевс]. 1973, Вол. ХЛИИ, Но. 9, П. 1650-1680 (Ин Руссиан).

2.111.Kenjaev A.Q., Nurmonov S.Э., Qodirov O.Sh. Piroliz jaraëni maxsuloti “piroliz moyi” tarkibini aniqlash. // Kompozitsion materiallar. Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali. –Toshkent, 2021. №2. –В. 15-17.

2.112.Гюлмисарян Т.Г. Производство технического углерода: состояние и тенденции Т.Г. Гюлмисарян, И.П. Левенберг Мир нефтепродуктов. – 2008. № 7. – С. 6–10.

2.113.Т.В. Холкина, И.А. Никифоров, Э.М. Чиркова, В.П. Севостянов Новый метод синтеза наноразмерной углеродной сажи Вестник СГТУ. 2011. № 4 (59). - 127 с.

2.114.О.А. Княжеваа, О.Н. Баклановаа, А.В. Лавренова, К.С. Жансаковаб, Г.С. Русскихб, В.А. Лихолобова. Влияние механической активации на физико-химические свойства технического углерода и наполненных им резиновых смесей. Жоурнал оф Сибириан Федерал Университй. Чемистрй 4. 2018. 11. – С. 553-554.

2.115.Нагорная М.Н. Окислительная модификация технического углерода и эго влияние на свойства резины на основе бутилкаучука. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Омск – 2019. – С. 13-20.

2.116.Д.Антропов., Т.Петров., В.Линник, С., Фролов. Автоматизация процесса производства технического углерод. СТА 4/2003. - 24 с.

2.117.М.В. Шмидт, О.С. Шилкова. Сравнительный анализ конструктивных схем получения сажи путем сжигания шахтного метана. Шилкова, 2009.-377 с.

2.118.Орлов В.Ю.,Симаков Н.Н., Бытев Д.О. Химия и химическая технология. Издание Ивоновского ГХТУ. 2000. Т.43.Вып.4. – С. 134-138

2.119.Таганова В.А., Артеменко А.А., Пичхидзе С.Я. Патент РУ №2437906.. Резиновая смесь. 09.06.2010. - 5 с.

2.120.В.В.Чаков, В.Д.Онищенко. Способ получения модифицированного органического углерода. (патент. №2468992). 2006.01 – С. 1-3.

2.121.С.В.Шурупов, С.В.Семенова, М.А.Кудрявцев, М.П.Лапшин. Способ переработки отходящих газов печного производства техуглерода в широкую фракцию углеводородов. Общество с ограниченной ответственностью "Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий-ВНИИГАЗ" (РУ). 20.10.2008. - 2 с.

2.122.Зуев В.П. Михайлов В.В. Производство сажи. М. Химия, 1965. - 194 с.

2.123.Л.А.Юткин. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986. - 189 с.

2.124.Л.А.Юткин. Электрогидравлический эффект. М.-Л.: Машгиз, 1955. -52 с.

2.125.В.П. Севостянов, С.А. Ракитин, Н.Г. Пудовкин Установка электрогидравлического удара Приборы и техника эксперимента. 2000. № 3. – С. 80-81.

2.126.Э.А. Василева, О.А. Калименова, Г.Ф. Мурзакаева Получение сажи как один из способов утилизации ПНГ. 2011. №4. – С. 8-9.

2.127.Орлов В.Ю., Комаров А.М. Открытое акционерное общество "Ярославский технический углерод". публикация патента: 27.09.2001. – С. 1-2.

2.128.Худолей М.А., Гончаров В.М., Лихарева Л.И., Лесик Э.И. Исследование адсорбции растительных полифенолов техническим углеродом. Химия растительного сырья. 2001. №4. - 119 с.

2.129.Попов В.С., Папин А.В., Игнатова А.Ю. Твёрдое топливо из отходов пиролиза шин и вторичных полимеров. Молодых ученых. Россия молодая. 18-21 апреля 2017 г. - 2 с.

2.130.А.В. Папин, А.Ю. Игнатова, Э.А. Макаревич, А.В. Неведров. Получение композиционного топлива на основе технического углерода пиролиза автошин. Вестник КузГТУ. – № 2. – 2015. – С. 107-108.

2.131.С.И. Волфсон, Э.А. Фафурина, А.В. Фафурин. Методы утилизации шин и резинотехнических изделий. Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 1. – С. 74-79.

2.132.Э.В. Данщиков, И.Н. Лучник, А.В. Рязанов, С.В. Чуйко. Пат. № 2111859 Россия МПК: 6Б 29Б 17/00 А, 6С 08Ж 11/10 Б Способ переработки резинотехнических изделий. Троицкая технологическая лаборатория. Заяв. 16.03.1995, опубл. 27.05.1998. – С. 1-3

2.133.Валуева А.В. Перспективы переработки автомобильных покрышек в Кузбассе. Сборник научных трудов СВОРЛД. 2012. Т. 7. № 1. – С. 19-20.

2.134.А.В. Хизов, К.Э. Панкин. Сбор, переработка и утилизация автомобильных шин. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции «Развитие технических наук в современном мире» г. Воронеж, 08 декабря 2014 г. Изд-во: Инновационный центр развития образования и науки. – Воронеж, 2014. – С. 57-59.

2.135.В.С. Демянова, А.Д. Гусев. Перспективы рециклинга автомобильных шин. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2011. № 4. – С. 74-79

2.136.В.П. Беляев, А.С. Клинков, П.С. Беляев, Д.Л. Полушкин. Утилизация резиновой крошки из изношенных шин в контексте решения

проблемы повышения качества дорожных покрытий. Глобальный научный потенциал. 2012. № 19. – С. 169-171.

1.137.Т.Ф. Тарасова, Д.И. Чапалда. Экологическое значение и решение проблемы переработки изношенных автошин. Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. № 2-2. – 131 с.

1.138.О.А. Пихл, Ю.Х. Сооне, Л.В. Кекишева, М.А. Каэв. Переработка автомобильных шин методами пиролиза и гидрогенизации. Химия твердого топлива. 2013. № 3. - 51 с.

1.139.Мухамадиев Э.З. Расширение сырьевых ресурсов и совершенствование технологии производства малоработивного технического углерода. Автореферат на соиск. уч.ст. канд. техн. наук, Уфа, 2007. - 23 с.

1.140. Гимаев Р.Н., Мухамдеев Э.З., Галиев Р.Р. Расчет процесса неполного горения. Вестник Башкирского университета -Уфа Изд-во БашГУ, 2006 -№ 3 - С 23-26.

1.141. Мухамадеев Э. З. Исследование новых видов сырья для производства малоактивного технического углерода. Вестник Башкирского университета - Уфа Изд-во БашГУ, 2006 - № 1 – С 42-44.

1.142. Мухамадеев Э. З. Перспективы расширения сырьевой базы для производства малоактивного печного технического углерода. Башкирский химический журнал -Уфа Изд-во «Реактив», 2006 - Т 13 -№2. – С 39-44.

1.143.Кудашева Ф.Х., Мухамадеев Э. З. Проблемы использования низкоиндексного сырья в производстве малоактивного технического углерода. Современные промышленные технологии- материалы ВИИ Всероснауч -технконф - Нижний Новгород. Изд-во НГТУ, 2007. - 15 с.

1.144.Раздяконова Г.И., Суровикин В.Ф. Синтез разновидностей электропроводного технического углерода путем термоокислительного пиролиза углеводородов. Каучук и резина, 2012.- №5. – С. 24 – 29.

1.145. Раздяконова Г.И., Лихолобов В.А. Закономерности синтеза технического углерода с повышенной электропроводностью и регулируемой

наноструктурой методом термоокислительного пиролиза углеводов. Каучук и резина 2013. - №3. – С. 16-19

1.146. Раздяконова Г.И., Морозов Ю.Л., Канаузова А.А. и др. К вопросу о замене канального технического углерода К 354 в рецептурах резин для РТИ. Каучук и резина. 2013. № 3. - 52 с.

1.147. О.М. Чайкин, М.П. Цыганков, Д. Таххан. Управление процессом сушки гранул технического углерода с прямоточно-противоточным движением теплоносителя. Вестник ТГТУ. 2008. Том 14. № 3. Трансакционс ТСТУ. -632 с.

1.148. Xushboqov A.B., Chorshanbiyev A.B., Soatov E.H., & Odinaboyev D.A. (2024). Piroliz moyining xossalari va tarkibini o'rganish. Journal of Universal Science Research, 2(6), 252–256. Retrieved from <https://universalpublishings.com/index.php/jusr/article/view/6312>

1.149. Xushboqov A.B., Mansurov S.T. "Atsetilen asosida sintez qilinadigan moddalar." " XXI ASRDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR, FAN VA TA'LIM TARAQQIYOTIDAGI DOLZARB MUAMMOLAR" nomli respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi 1.12 (2023): 137-140.

1.150. Xushboqov A.B., Nurmonov S.E., Abduraxmonov S.T. "NEFTNI BIRLAMCHI QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASI VA UNI AMALGA OSHIRISH QURILMASI." " Conference on Universal Science Research 2023". Vol. 1. No. 2. 2023.

1.152. Xushboqov A.B.. "PIROLIZ JARAYONLARIDA SANOAT QURILMASI VA UNING AHAMIYATI: ChAST 1 TOM 2 IHOL 2023 god." *Лучшие интеллектуальные исследования* 1.2 (2023): 9-16.

III. Foydalanilgan boshqa adabiyotlar

3.1. Internet saytlar

3.2. <http://neftegaz.ru/>

3.3. <https://www.oilandgaseurasia.com/ru>

3.4. <http://www.oilcapital.ru/>