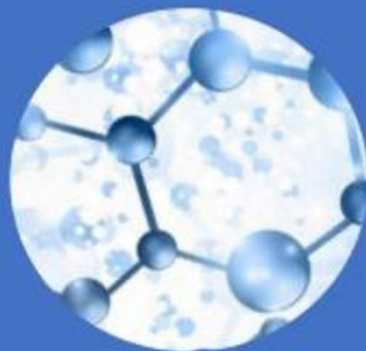


O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI  
OLY TA'LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI QAYTA TAYYORLASH VA  
ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI TASHKIL ETISH BOSH ILMYIY METODIK  
MARKAZI

TOSHKENT KIMYO-TEKNOLOGIYA INSTITUTI HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI  
QAYTA TAYYORLASH VA MALAKASINI OSHIRISH TARMOQ MARKAZI



**КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ**  
(органик моддалар ишлаб  
чиқариш бўйича)  
йўналиши

TOSHKENT  
KIMYO-TEKNOLOGIYA  
INSTITUTI

“STRATEGIK RESURLAR ASOSIDAINNOVATSION ORGANIK  
MAHSULOTLAR ISHLAB CHIQRISHNING  
ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARI”

moduli bo'yicha

**O'QUV-USLUBIY MAJMUUA**

TOSHKENT – 2022 y.

*Mazkur o‘quv-uslubiy majmua Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2020 yil 7 dekabrda 648-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv reja va dastur asosida tayyorlandi.*

**Tuzuvchilar:**

**R.A.Xabibullaev** – Toshkent kimyo-texnologiya instituti “Sellyuloza va yog‘ochsozlik texnologiyasi” kafedrasida dotsenti, t.f.n.

**F.E.Raximov** – Toshkent kimyo-texnologiya instituti, “Oziq-ovqat sanoati mashina jihozlari-mexanika asoslari” kafedrasida dotsenti, t.f.d.

**X.E.Qodirov** – Toshkent kimyo-texnologiya instituti, “Organik kimyo va og‘ir organik sintez texnologiyasi” kafedrasida dotsenti, k.f.d.

**A.B.Jo‘raev** – Toshkent kimyo-texnologiya instituti “YUqori molekulyar birikmalar va plastmassalar texnologiyasi” kafedrasida dotsenti, t.f.d.

**Taqrizchi:**

**A.M. Bochkov** – Rossiya Fanlar Akademiyasi yuqori molekulyar birikmalar instituti Federal fan muassasalari tabiiy polimerlar laboratoriyasi (Rossiya, Sankt-Peterburg), etakchi ilmiy xodim, k.f.d., prof.

*O‘quv-uslubiy majmua Toshkent kimyo-texnologiya instituti Kengashining 2020 yil 30-dekabrda 4-sonli qarori bilan nashrga tavsiya qilingan.*

## MUNDARIJA

1. Ishchi dastur .....	4
2. Modulni o‘qitishda foydalaniladigan interfaol ta’lim metodlari.....	11
3. Ma’ruza matnlari.....	21
4. Amaliy mashg‘ulotlar uchun materiallar, topshiriqlar va ularni bajarish bo‘yicha tavsiyalar.....	182
5. Bitiruv ishlari uchun mavzular.....	253
6. Keyslar banki.....	255
7. Glossariy .....	259
8. Adabiyotlar ro‘yxati.....	265
9. Mutaxassis tomonidan berilgan taqriz.....	270

# 1. Ishchi dastur

## Kirish

Dastur rivojlangan mamlakatlardagi xorijiy tajribalar asosida “Kimyoviy texnologiya (organik moddalar ishlab chiqarish bo‘yicha)” qayta tayyorlash va malaka oshirish o‘nalishi bo‘icha ishlab chiqilgan o‘quv reja va dastur mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u zamonaviy talablar asosida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarining mazmunini takomillashtirish hamda oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining bilimini va kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishni maqsad qiladi.

Qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishining o‘ziga xos xususiyatlari hamda dolzarb masalalaridan kelib chiqqan holda dasturda tinglovchilarning maxsus fanlar doirasida organik moddalar ishlab chiqarishning progressiv texnologiyalari, istiqbolli import o‘rnini bosuvchi va eksportga yo‘naltirilgan texnologiyalar bilan tanishtirish, kimyo sanoati mahsulotlarining sifatini va ishlab chiqarish jarayonlarini nazorat qilish, zamonaviy texnologiyalarning o‘ziga xos xususiyatlariga oid bilim, ko‘nikma va malakalarini yangilab borishga qaratilgan muammolari bayon etilgan.

### Modulning maqsadi va vazifalari

“Kimyoviy texnologiya” (organik moddalar ishlab chiqarish bo‘yicha) yo‘nalishi bo‘yicha oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish kursining o‘quv dasturining maxsus fanlar blokiga kiritilgan “Strategik resurslar asosida innovatsion organik mahsulotlar ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari” fani ishchi dasturining *maqsadi* – mutaxassislik fanlaridan dars beruvchi professor o‘qituvchilarni kimyo sanoatida ishlab chiqarishning progressiv texnologiyalari, O‘zbekiston Respublikasida organik moddalar ishlab chiqarish zamonaviy korxonalarini, zamonaviy istiqbolli import o‘rnini bosuvchi va eksportga yo‘naltirilgan texnologiyalari to‘g‘risida nazariy va kasbiy tayyorgarlikni ta’minlash va yangilash, kasbiy kompetentlikni rivojlantirish asosida ta’lim-tarbiya jarayonlarini samarali tashkil etish va boshqarish bo‘yicha bilim, ko‘nikma va malakalarni takomillashtirishga qaratilgan.

“Strategik resurslar asosida innovatsion organik mahsulotlar ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari” fanining *vazifasi* -texnologik ishlab chiqarishni rejalashtirish va tashkillashtirishni; texnologik jarayonlar o‘tkazilishishi uchun optimal omillar tanlashni; organik moddalar ishlab chiqarish jarayonlaridagi mavjud dolzarb amaliy masalalarini echish uchun yangi texnologiyalarni qo‘llash, maxsus fanlar sohasidagi o‘qitishning innovatsion texnologiyalari va ilg‘or xorijiy tajribalarni o‘zlashtirish; “Kimyoviy texnologiya” (organik moddalar ishlab chiqarish bo‘yicha) yo‘nalishida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarining fan va ishlab chiqarish bilan integratsiyasini ta‘minlashdir.

### **Modul bo‘yicha tinglovchilarning bilim, ko‘nikma, malakasi va kompetensiyalariga qo‘yiladigan talablar**

“Strategik resurslar asosida innovatsion organik mahsulotlar ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari” fani bo‘yicha tinglovchilar quyidagi yangi bilim, ko‘nikma, malaka hamda kompetensiyalarga bo‘lishlari talab etiladi:

#### **Tinglovchi:**

- organik mahsulotlar ishlab chiqarish korxonalaridagi zamonaviy texnologiyalarning turlari;
- innovatsion texnologiyalarning texnologik jarayonda qo‘llanilishi;
- innovatsion texnologiyalarda qo‘llaniladigan materiallar, ishlab chiqariladigan yangi mahsulot turlari;
- organik mahsulotlar ishlab chiqarishda istiqbolli import o‘rnini bosuvchi va eksportga yo‘naltirilgan texnologiyalarni *bilishi* kerak.

#### **Tinglovchi:**

- muayyan turdagi organik mahsulot ishlab chiqarish uchun texnologik jarayonning zarur texnologik parametrlarni tanlash;
- innovatsion texnologiyalarning afzallik va kamchilik tomonlarini farqlash;
- innovatsion texnologiyalarni tadbiq qilishda amaldagi uskuna va jihozlarning

imkoniyatlaridan foydalanish;

- innovatsion texnologiyalarning tuzilmasi, jarayonlari va operatsiyalarining mazmun-mohiyatini tushuntirib berish *ko'nikmalariga* ega bo'lishi lozim.

#### **Tinglovchi:**

- Respublikamizda ishlab chiqarish korxonalarini moddiy bazasini modernizatsiya qilishda ilm-fan, texnika va texnologiyalarning yutuqlari qo'llash;
- muayyan turdagi organik mahsulotlar ishlab chiqarish bo'yicha innovatsion texnologiyalarni joriy qilish;
- innovatsion texnologiyalardagi nozik bo'g'inni aniqlash;
- Internet tizimidan zamonaviy innovatsion texnologiyalarni izlab topish va ularni muayyan turdagi mahsulotlar ishlab chiqish uchun tavsiya qilish;
- organik mahsulotlar ishlab chiqarishni innovatsion texnologiyalarni qo'llagan holda loyihalash *malakalariga* ega bo'lishi zarur.

-

#### **Tinglovchi:**

- texnologik ishlab chiqarishni rejalashtirish va tashkillashtirish;
- texnologik jarayonlar o'tkazilishishi uchun optimal omillar tanlash;
- organik moddalar ishlab chiqarish korxonalarida kompleks masalalarni echish;
- mutaxassislikka mos yangi ilmiy natijalar, ilmiy adabiyotlar yoki ilmiy-tadqiqot loyihalarini tahlil qilish;
- organik moddalar ishlab chiqarish jarayonlaridagi mavjud dolzarb amaliy masalalarini echish uchun yangi texnologiyalarni qo'llash;
- namunaviy metodikalar va boshqalar bo'yicha eksperimental tadqiqotlarni o'tkazish va ularning natijalariga ishlov berish;
- organik mahsulotlarning xossalari aniqlash va yo'naltirilgan holda boshqarish, xususiyatlarining sifatini nazorat qilish usullarini ishlab chiqish va amalda qo'llash *kompetensiyalariga* ega bo'lishi lozim.

## **Modulni tashkil etish va o‘tkazish bo‘yicha tavsiyalar**

“Strategik resurslar asosida innovatsion organik mahsulotlar ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari” kursi ma’ruza va amaliy mashg‘ulotlar shaklida olib boriladi.

Kursni o‘qitish jarayonida ta’limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo‘llanilishi nazarda tutilgan:

- ma’ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;
- o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda texnik vositalardan, ekspress-so‘rovlar, test so‘rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o‘tkazish, va boshqa interaktiv ta’lim usullarini qo‘llash nazarda tutiladi.

## **Modulning o‘quv rejadagi boshqa modullar bilan bog‘liqligi va uzviyligi**

“Strategik resurslar asosida innovatsion organik mahsulotlar ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari” moduli qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishini bo‘yicha o‘quv rejadagi boshqa mutaxassislik fanlari bilan uzluksiz bog‘liq bo‘lib, ushbu fanlarni o‘zlashtirishda amaliy yordam beradi. “Strategik resurslar asosida innovatsion organik mahsulotlar ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari” fanini to‘liq o‘zlashtirish va amaliy vazifalarni bajarishda yuqori bloklardagi fanlar katta yordam beradi.

## **Modulning oliy ta’limdagi o‘rni**

Modulni o‘zlashtirish orqali tinglovchilar Kimyoviy texnologiya (organik moddalar ishlab chiqarish bo‘yicha) – organik moddalar ishlab chiqarishlarining zamonaviy usullarini o‘rganish, amalda qo‘llash va baholashga doir kasbiy kompetentlikka ega bo‘ladilar.

### Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat			
		Hammasi	Auditoriya o'quv yuklamasi		
			Jami	jumladan	
				nazariy	amaliy
1.	Organik sintez sanoati strategik resurslari va ular asosida innovatsion mahsulot ishlab chiqarish texnologiyalari	10	10	4	6
2.	YUqori molekulari birikmalar ishlab chiqarishdagi strategik resurslar va ular asosida innovatsion polimer mahsulotlari ishlab chiqarish texnologiyalari	10	10	4	6
3.	YOg'ochga ishlov berish va sellyuloza sanoatining strategik resurslari va ular asosida innovatsion mahsulotlar ishlab chiqarish texnologiyalari	10	10	4	6
4.	Organik mahsulotlarni tadqiq qilishda fizik-kimyoviy tahlil usullari.	10	10	4	6
<b>Jami:</b>		<b>40</b>	<b>40</b>	<b>16</b>	<b>24</b>



## Nazariy mashg'ulotlar mazmuni

**1-mavzu: Organik sintez sanoati strategik resurslari va ular asosida innovatsion mahsulot ishlab chiqarish texnologiyalari.** Xlororganik moddalar ishlab chiqarishning yangi texnologiyalari. Metanol ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyalari. Olefinlarni oligomerlanish jarayonlari kimyoviy texnologiyasi.

**2-mavzu:Yuqori molekulari birikmalar ishlab chiqarishdagi strategik resurslar va ular asosida innovatsion polimer mahsulotlari ishlab chiqarish texnologiyalari.** Polimerlar sintez qilishning an'anaviy texnologiyalari. Yuqori bosimli polietilen (past zichlikli). Quvur ko'rinishidagi apparatda yuqori bosimli polietilen ishlab chiqarish. Past bosimli (yuqori zichlikli) polietilenni gaz fazasida olish. Suyuq faza va past bosimda (yuqori zichlikli) polietilen olish. "FILIPS" firmasi texnologiyasi bo'yicha, o'rtacha bosimda olinadigan polietilen (yuqori zichlikli). SKLEARTECH texnologiyasi bo'yicha turli markali polietilen olish. Turli texnologik usul va jarayonlarda olingan polietilenning xossalari.

**3-mavzu:Yog'ochga ishlov berish va sellyuloza sanoatining strategik resurslari va ular asosida innovatsion mahsulotlar ishlab chiqarish texnologiyalari.**

Termoyog'och va uning xossalari. Yoqilg'i briketi, uning xossalari va ishlatilishi. Kuydirilgan biomassa va uning xossalari. Sellyuloza sanoatdagi muammolar va rivojlantirishning innovatsion yo'llari.

**4-mavzu:Organik mahsulotlarni tadqiq qilishda fizik-kimyoviy taxlil usullari.**

Optik, spektral taxlil, infraqizil spektroskopiya, yadro magnit rezonansi, mass-spektrometriya. Xromatografiya. Sifat va miqdoriy tahlil. Asosiy tahlil uskunalari.

## **Amaliy mashg'ulotlar mazmuni**

### **1-amaliy mashg'ulot: Galogenorganik birikmalar ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari.**

Uglevodorodlarni xlorlash jarayonlari nazariy asoslari o'rganilib, muhim galogenorganik moddalar – vinilidenxlorid, xloropren, epixlorgidrin, vinilftorid, xladonlar ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari hamda galogenlashning metallasosli, kriogen va elektrokimyoviy usullari tahlil qilinadi.

### **2-amaliy mashg'ulot: SKLEARTECH texnologiyasi bo'yicha yiliga 125 ming tonna polietilen ishlab chiqarishda xom ashyoni sarf balansini hisoblash.**

Yiliga 6000 t buten-1 ishlab chiqarish uchun sarf bo'ladigan etilen miqdori. Bir yilda sarf bo'ladigan etilenning umumiy miqdori. 125 000 tonna polietilen ishlab chiqarish uchun xarajat qilinayotgan monomerlar miqdori. Monomerlar aralashmasidan polimerga aylanadigan miqdor. Hosil bo'lgan polietilen granulalarini elashda kattaligi to'g'ri kelmagan granulalar miqdori, polimerga aylanayotgan monomerlar miqdori. Granulaga qirqish vaqtida sovutish suvida yig'ilib qolgan polimerni mayda zarrachalari, polimerga aylanayotgan monomerlar miqdori. Ekstruderlash jarayonida uchib chiqayotgan siklogeksanni chiqarib yuborish tirqishidan yo'qotilayotgan polimer miqdori. Qoldiq siklogeksandan tozalashda (bug'latgichda) siklogeksan bug'lari bilan olib chiqilayotgan polimer miqdori. Siklogeksanda erigan monomolekulyar (past molekulyali) polietilen miqdori. Faolsizlantirilgan katalizatorlar bilan cho'kmaga tushib, olib chiqib ketilayotgan polimer miqdori. Polimerlar ishlab chiqarish korxonalarida asosiy va yordamchi jihoz va dastgohlarni tanlash va hisoblash.

### **3-amaliy mashg'ulot: Yog'ochsozlik va sellyuloza sanoatidagi innovatsion texnologiyalarni o'rganish.**

Termoyog'och xossalarini o'rganish. Yoqilg'i briketlarini o'rganish. Kuydirilgan biomassani o'rganish.

Qog'oz sanoatdagi muammolar va rivojlantirishning innovatsion yo'llari. Tarkibida sellyuloza saqlovchi xom ashyolardan sellyuloza olishning innovatsion texnologiyalari.

#### **4-amaliy mashg'ulot:Organik mahsulotlarni tadqiq qilishda fizik-kimyoviy taxlil usullari.**

Eritmada pikrin kislotasining miqdorini spektrofotometriya usulida aniqlash.  
Azobo'yoq hosil bo'lishida 4–nitroanilin miqdorini aniqlash.

Organik mahsulotlarini spektral taxlili, moddalarning spektrlarini o'rganish.

#### **O'qitish shakllari**

Mazkur modul bo'yicha quyidagi o'qitish shakllaridan foydalaniladi:

- ma'ruzalar, amaliy mashg'ulotlar (ma'lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, aqliy qiziqishni rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);
- davra suhbatlari (ko'rilayotgan loyiha echimlari bo'yicha taklif berish qobiliyatini oshirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);
- bahs va munozaralar (loyihalar echimi bo'yicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar echimini topish qobiliyatini rivojlantirish).

#### **2.Modulni o'qitishda foydalaniladigan interfaolta'lim metodlari**

##### **“SWOT-tahlil” metodi.**

**Metodning maqsadi:** mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalarni tahlil qilish, taqqoslash orqali muammoni hal etish yo'llarni topishga, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholashga, mustaqil, tanqidiy fikrlashni, nostandart tafakkurni shakllantirishga qaratilgan.



**Namuna:** Kuydirilganbiomassa uchun SWOT tahlilini amalga oshiring.

• S	• Kuchli tomonlari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ekologiyaning turli chiqindilar bilan ifloslanishining oldi olinadi;</li> <li>• hajmiy energiya sig'imi oshadi (zichlik ortishi bilan);</li> <li>• yonish issiqligi oshadi;</li> <li>• tarkibidagi kislorod miqdori kamayadi;</li> <li>• quruq va gidrofob bo'ladi;</li> <li>• tarkibidagi biologik moddalar kamayadi;</li> <li>• tarkibidagi xlor miqdori kamayadi;</li> <li>• mo'rtligi ortadi, maydalash xarajatlari va zarrachalarning o'lchamlari kamayadi, zarrachalarning sirt yuzasi ortadi;</li> <li>• sifati va gomogenligi yaxshilanadi;</li> <li>• kislota ajratmasdan toza yonadi.</li> </ul>
• W	• Kuchsiz tomonlari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• investitsiya uchun xarajatlar talab etiladi;</li> <li>• joriy xarajatlar sarflanadi;</li> <li>• mahsulot ishlab chiqarishda energiya yo'qotiladi;</li> <li>• mahsulotning zichligini va sifatini ta'minlash va saqlash muammosi;</li> <li>• sotib olish, mijozga sotish muammolari.</li> </ul>
• O	• Imkoniyatlari (ichki)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ekologiyaning ortiqcha chiqindilar bilan ifloslanishining oldi olinadi;</li> <li>• barcha biomassalardan olinadigan qo'shimcha yuqori kaloriyali yoqilg'i hisoblanadi;</li> <li>• minitexnologiyalarini ishlab chiqish mumkin.</li> </ul>
• T	• To'siqlar (tashqi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• qishloq xo'jalik chiqindilarining (g'o'zapoya, somon, sholi qobig'i va h.k.) "ega" lari bor;</li> <li>• iste'molchilar bozori shakllanmagan;</li> <li>• boshqa o'choqlarga moslashtirish zarur.</li> </ul>

### Xulosalash metodi

**Metodning maqsadi:** Bu metod murakkab, ko'ptarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o'rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo'yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo'yicha o'rganiladi. Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o'quvchilarning mustaqil

g'oyalari, fikrlarini yozma va og'zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. "Xulosalash" metodidan ma'ruza mashg'ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy va seminar mashg'ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlili qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

### Metodni amalga oshirish tartibi:



Trener o'qituvchi ishtirukchilarni 5-6 kishidan iborat kichik guruhlarga ajratadi;



Trening maqsadi, shartlari va tartibi bilan ishtirokchilarni tanishtirgach, har bir guruhga umumiy muammoni hal qilinishi zarur bo'lgan qismlari tushirilgan tarqatma materiallarni tarqatadi;



Har bir guruh o'ziga berilgan muammoni atroflicha tahlil qilib o'z mulohazalarini tavsiya etilayotgan sxema bo'yicha tarqatmaga yozma bayon qiladi;



Navbatdagi bosqichda barcha guruhlar o'z taqdimotlarini o'tkazadilar. Shundan so'ng trener tomonidan tahlillar umumlashtiriladi, zarur axborotlar bilan to'ldiriladi va mavzu yakunlanadi.

### Namuna:

Alternativ yoqilg'i turlari					
Yoqilg'i briketlari		Pelletlar		Kuydirilgan yog'och	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
<b>Xulosa:</b>					

### «Keys-stadi» metodi

«**Keys-stadi**» - inglizcha so'z bo'lib, («case» – aniq vaziyat, hodisa, «stadi» – o'rganmoq, tahlil qilmoq) aniq vaziyatlarni o'rganish, tahlil qilish asosida o'qitishni amalga oshirishga qaratilgan metod hisoblanadi. Keysda ochiq axborotlardan yoki aniq voqea-hodisadan vaziyat sifatida tahlil uchun foydalanish mumkin. Keys harakatlari o'z ichiga quyidagilarni qamrab oladi: Kim (Who), Qachon (When), Qaerda (Where), Nima uchun (Why), Qanday/ Qanaqa (How), Nima-natija (What).

## “Keys metodi” ni amalga oshirish bosqichlari

Ish bosqichlari	Faoliyat shakli va mazmuni
<b>1-bosqich:</b> Keys va uning axborot ta’minoti bilan tanishtirish	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ yakka tartibdagi audio-vizual ish;</li> <li>✓ keys bilan tanishish (matnli, audio yoki media shaklda);</li> <li>✓ axborotni umumlashtirish;</li> <li>✓ axborot tahlili;</li> <li>✓ muammolarni aniqlash</li> </ul>
<b>2-bosqich:</b> Keysni aniqlashtirish va o‘quv topshirig‘ni belgilash	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ individual va guruhda ishlash;</li> <li>✓ muammolarni dolzarblik ierarxiyasini aniqlash;</li> <li>✓ asosiy muammoli vaziyatni belgilash</li> </ul>
<b>3-bosqich:</b> Keysdagi asosiy muammoni tahlil etish orqali o‘quv topshirig‘ining echimini izlash, hal etish yo‘llarini ishlab chiqish	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ individual va guruhda ishlash;</li> <li>✓ muqobil echim yo‘llarini ishlab chiqish;</li> <li>✓ har bir echimning imkoniyatlari va to‘siqlarni tahlil qilish;</li> <li>✓ muqobil echimlarni tanlash</li> </ul>
<b>4-bosqich:</b> Keys echimini echimini shakllantirish va asoslash, taqdimot.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ yakka va guruhda ishlash;</li> <li>✓ muqobil variantlarni amalda qo‘llash imkoniyatlarini asoslash;</li> <li>✓ ijodiy-loyiha taqdimotini tayyorlash;</li> <li>✓ yakuniy xulosa va vaziyat echimining amaliy aspektlarini yoritish</li> </ul>

**Keys.** Biomassadan olingan yoqilg‘i briketida kul miqdori me’yordan yuqori ekanligi aniqlandi. Kul miqdorini kamaytirish yo‘llarini izlang.

### Кейсни бажариш босқчилари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгиланг, зарур билимлар рўйхатини тузинг (индивидуал ва кичик гуруҳда).
- Кул миқдорини камайтириш учун бажариладиган ишлар кетма-кетлигини белгиланг (жуфтликда ишлаш).
- Куйдирилган биомассадан кулни йўқотиш йўллариини изланг.
- Бажарилган ишларни тақдимот қилинг.

## «FSMU» metodi

**Texnologiyaning maqsadi:** Mazkur texnologiya ishtirokchilardagi umumiy fikrlardan xususiy xulosalar chiqarish, taqqoslash, qiyoslash orqali axborotni o‘zlashtirish, xulosalash, shuningdek, mustaqil ijodiy fikrlash ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi.

Mazkur texnologiyadan ma’ruza mashg‘ulotlarida, mustahkamlashda, o‘tilgan mavzuni so‘rashda hamda amaliy mashg‘ulot natijalarini tahlil etishda foydalanish tavsiya etiladi.

### Texnologiyani amalga oshirish tartibi:

- qatnashchilarga mavzuga oid bo‘lgan yakuniy xulosa yoki g‘oya taklif etiladi;
- har bir ishtirokchiga FSMU texnologiyasining bosqichlari yozilgan qog‘ozlarni tarqatiladi:
- ishtirokchilarning munosabatlari individual yoki guruhiiy tartibda taqdimot qilinadi.



FSMU tahlili qatnashchilarda kasbiy-nazariy bilimlarni amaliy mashqlar va mavjud tajribalar asosida tezroq va muvaffaqiyatli o‘zlashtirilishiga asos bo‘ladi.

**Namuna:** Quyidagi fikrni FSMU orqali tahlil qiling.

**FIKR:** “SHoli qobig‘i asosida yuqori kaloriyali briket olish mumkin”.

**SABAB:** “Piroliz natijasida hosil bo‘ladigan kulni kamaytirish uchun turli imkoniyatlar mavjud”.

**MISOL:** “Kuydirilgan sholi qobig‘ini yuvish va quritish usullaridan foydalanish mumkin”.

**UMUMLASHTIRISH:** "SHoli qobig'i asosida yuqori kaloriyali briket olish uchun piroliz natijasida hosil bo'lgan kulni yuvish va qayta quritish orqali yo'qotish mumkin".

### **“Insert” metodi**

**Metodning maqsadi:** Mazkur metod o'quvchilarda yangi axborotlar tizimini qabul qilish va bilimlarni o'zlashtirilishini engillashtirish maqsadida qo'llaniladi, shuningdek, bu metod o'quvchilar uchun xotira mashqi vazifasini ham o'taydi.

### **Metodni amalga oshirish tartibi:**

➤ o'qituvchi mashg'ulotga qadar mavzuning asosiy tushunchalari mazmuni yoritilgan input-matnni tarqatma yoki taqdimot ko'rinishida tayyorlaydi;

➤ yangi mavzu mohiyatini yorituvchi matn ta'lim oluvchilarga tarqatiladi yoki taqdimot ko'rinishida namoyish etiladi;

➤ ta'lim oluvchilar individual tarzda matn bilan tanishib chiqib, o'z shaxsiy qarashlarini tegishli so'zlarning ostiga chizib yoki chizmasdan, maxsus belgilarni (v - tanish ma'lumot, ? - mazkur ma'lumotni tushunmadim, izoh kerak, + - bu ma'lumot men uchun yangilik, "-" - bu fikr yoki mazkur ma'lumotga qarshiman va h.k.) varaq hoshiyasiga qo'yish orqali ifodalaydilar.

Belgilangan vaqt yakunlangach, ta'lim oluvchilar uchun notanish va tushunarsiz bo'lgan ma'lumotlar o'qituvchi tomonidan tahlil qilinib, izohlanadi, ularning mohiyati to'liq yoritiladi. Savollarga javob beriladi va mashg'ulot yakunlanadi. Texnik matnni insert usulida belgilashni amaliy mashg'ulotning uy vazifasi (mustaqil ish) sifatida berish ham mumkin.

### **“Tushunchalar tahlili” metodi**

**Metodning maqsadi:** mazkur metod talabalar yoki qatnashchilarni mavzu buyicha tayanch tushunchalarni o'zlashtirish darajasini aniqlash, o'z bilimlarini mustaqil ravishda tekshirish, baholash, shuningdek, yangi mavzu buyicha dastlabki bilimlar darajasini tashhis qilish maqsadida qo'llaniladi.

### **Metodni amalga oshirish tartibi:**

- ishtirokchilar mashg'ulot qoidalari bilan tanishtiriladi;



- o‘quvchilarga mavzuga yoki bobga tegishli bo‘lgan so‘zlar, tushunchalar nomi tushirilgan tarqatmalar beriladi ( individual yoki guruhli tartibda);
- o‘quvchilar mazkur tushunchalar qanday ma’no anglatishi, qachon, qanday holatlarda qo‘llanilishi haqida yozma ma’lumot beradilar;
- belgilangan vaqt yakuniga etgach o‘qituvchi berilgan tushunchalarning to‘g‘ri va to‘liq izohini o‘qib eshittiradi yoki slayd orqali namoyish etadi;
- har bir ishtirokchi berilgan to‘g‘ri javoblar bilan o‘zining shaxsiy munosabatini taqqoslaydi, farqlarini aniqlaydi va o‘z bilim darajasini tekshirib, baholaydi.

**Namuna:** “Moduldagi tayanch tushunchalar tahlili”

Tushunchalar	Sizningcha bu tushuncha qanday ma’noni anglatadi?	Qo‘shimcha ma’lumot
Pin-Kay -briketlari	Briketlarning 4 yoki 6 qirrali turi. Ularning o‘rtasida radial teshik bo‘ladi. Briket mexanik shnekli presslarda yuqori bosimda (1000-1100 bar) presslanadi. Presslanayotganda briketlarni sirti issiqlik ta’sirida kuyadi va qorayib qoladi.	
Torrefaction	"Torrefaction" (fransuzcha "kuydirish") - biomassaga issiqlik bilan asta-sekin dastlabki ishlov berish va tozalash jarayonidir. Ishlov berish harorati 200-350°S oralig‘ida bo‘lib, bu jarayon xuddi kofe donalarini qovurishdagiga o‘xshab ketadi. Kuydirilgan biomassa qattiq energiya tashuvchi bo‘lib, biomassa va yog‘och ko‘miri o‘rtasidagi tabiiy xossalari yaxshilangan mahsulot hisoblanadi.	
Pellet	YOqilg‘i sifatida ishlatiladigan mayda briket. U mayda granula shaklida ishlab chiqariladi.	
RUF-briketlar	To‘g‘ri to‘rtburchakli prizma shaklidagi briketlar. Bu nom briket ishlab chiqaruvchi jihoz nomidan olingan. RUF-briketlarning shakli xuddi g‘ishtga o‘xshaydi. Bu briketlar gidravlik presslarda yuqori bosimda (300-400 bar) presslab chiqariladi.	

**Izoh:** Ikkinchi ustunchaga qatnashchilar tomonidan fikr bildiriladi. Mazkur tushunchalar haqida qo‘shimcha ma’lumot glossariyda keltirilgan bo‘lishi mumkin.

### "Venn diagrammasi" metodi

**Metodning maqsadi:** Bu metod grafik tasvir orqali o‘qitishni tashkil etish shakli bo‘lib, u ikkita (uchta, to‘rtta va h.k.) o‘zaro kesishgan aylana tasviri orqali ifodalanadi. Mazkur metod turli tushunchalar, asoslar, tasavurlarning analiz va sintezini ikki aspekt orqali ko‘rib chiqish, ularning umumiy va farqlovchi jihatlarini aniqlash, taqqoslash imkonini beradi.

### Metodni amalga oshirish tartibi:

- ishtirokchilar ikki kishidan iborat juftliklarga birlashtiriladilar va ularga ko‘rib chiqilayotgan tushuncha yoki asosning o‘ziga xos, farqli jihatlarini (yoki aksi) doiralar ichiga yozib chiqish taklif etiladi;

- navbatdagi bosqichda ishtirokchilar to‘rt (3-5) kishidan iborat kichik guruhlarga birlashtiriladi va har bir juftlik o‘z tahlili bilan guruh a‘zolarini tanishtiradilar;

- juftliklarning tahlili eshitilgach, ular birgalashib, ko‘rib chiqilayotgan muammo yohud tushunchalarning umumiy jihatlarini (yoki farqli) izlab topadilar, umumlashtiradilar va doirachalarning kesishgan qismiga yozadilar.

### Namuna: Animatsiyalar yaratish imkoniyatlari bo‘yicha



### "Blits-o‘yin" metodi

**Metodning maqsadi:** o‘quvchilarda tezlik, axborotlarni tahlil qilish, rejalashtirish, bashoratlash ko‘nikmalarini shakllantirishdan iborat. Mazkur metodni baholash va mustahkamlash maksadida qo‘llash mumkin.

### **Metodni amalga oshirish bosqichlari:**

1. Dastlab ishtirokchilarga belgilangan mavzu yuzasidan tayyorlangan topshiriq, ya'ni tarqatma materiallar alohida-alohida beriladi va ulardan materialni sinchiklab o'rganish talab etiladi. SHundan so'ng, ishtirokchilarga to'g'ri javoblarni tarqatmadagi «yakka baho» kolonkasiga belgilash kerakligi tushuntiriladi. Bu bosqichda vazifa yakka tartibda bajariladi.

2. Navbatdagi bosqichda trener-o'qituvchi ishtirokchilarga uch (3-5) kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiradi va guruh a'zolarini o'z fikrlari bilan guruhdoshlarini tanishtirib, bahslashib, bir-biriga ta'sir o'tkazib, o'z fikrlariga ishonirish, kelishgan holda bir to'xtamga kelib, javoblarini «guruh bahosi» bo'limiga raqamlar bilan belgilab chiqishni topshiradi.

3. Barcha kichik guruhlar o'z ishlarini tugatgach, to'g'ri harakatlar ketma-ketligi trener-o'qituvchi tomonidan o'qib eshittiriladi va o'quvchilardan bu javoblarni «to'g'ri javob» bo'limiga yozish so'raladi.

4. «To'g'ri javob» bo'limida berilgan raqamlardan «yakka baho» bo'limida berilgan raqamlar taqqoslanib, farq bo'lsa «0», mos kelsa «1» ball qo'yish so'raladi. SHundan so'ng «yakka xato» bo'limidagi farqlar yuqoridan pastga qarab qo'shib chiqilib, umumiy yig'indi hisoblanadi.

5. Xuddi shu tartibda «to'g'ri javob» va «guruh bahosi» o'rtasidagi farq chiqariladi va ballar «guruh xatosi» bo'limiga yozib, yuqoridan pastga qarab qo'shiladi va umumiy yig'indi keltirib chiqariladi.

6. Trener-o'qituvchi yakka va guruh xatolarini to'plangan umumiy yig'indi bo'yicha alohida-alohida sharhlab beradi.

7. Ishtirokchilarga yakka tartibda (50%) va guruhda (50%) olgan baholariga qarab, ularning mavzu bo'yicha o'zlashtirish darajalari aniqlanadi.

**«Turli biomassalarni torrefikatsiya qilish» ketma-ketligini joylashtiring.**

**O'zingizni tekshirib ko'ring!**

<b>Harakatlar mazmuni</b>	<b>Yakka baho</b>	<b>Yakka xato</b>	<b>To'g'ri javob</b>	<b>Guruh bahosi</b>	<b>Guruh xatosi</b>
Dag'al quritish					
Aniq quritish					
Torrefikatsiya					
Sovutish					
Maydalash					
Presslash					
Sovutish					

**“Brifing” metodi**

“Brifing”- (ing. briefing-qisqa) biror-bir masala yoki savolning muhokamasiga bag'ishlangan qisqa press-konferensiya.

**O'tkazish bosqichlari:**

1. Taqdimot qismi.
2. Muhokama jarayoni (savol-javoblar asosida).

Brifinglardan trening yakunlarini tahlil qilishda foydalanish mumkin. Shuningdek, amaliy o'yinlarning bir shakli sifatida qatnashchilar bilan birga dolzarb mavzu yoki muammo muhokamasiga bag'ishlangan brifinglar tashkil etish mumkin bo'ladi. Talabalar yoki tinglovchilar tomonidan yaratilgan mobil ilovalarning taqdimotini o'tkazishda ham foydalanish mumkin.

### 3. Ma'ruza matnlari

#### 1-ma'ruza: Organik sintez sanoati strategik resurslari va ular asosida innovatsion mahsulot ishlab chiqarish texnologiyalari.

##### 1–qism: Xlororganik moddalar ishlab chiqarishning yangi texnologiyalari

###### Reja:

1. Xlororganik birikmalarning asosiy sinflari, ularni ishlab chiqarish istiqbollari.
2. Vinilxlorid ishlab chiqarish texnologiyasi.
3. Etandan vinilxlorid sintez qilish.
4. Etilendan vinilxloridning ikki bosqichli sintezi.
5. Etilendan vinilxlorid olishning bir bosqichli jarayoni. “Staffer” firmasi jarayoni.
6. Oksidlash-xlorlash orqali etilendan vinilxlorid olish.

**Tayanch iboralar:** *Organik sintez, organik moddalar, texnologiya, xlorlash, kompleks texnologiyalar, etilen, atsetilen, “Staffer”, galogenlash reaktorlari, «Vinnolit», oksidlash-xlorlash, birlashtirilgan usul*

#### 1. Xlororganik birikmalarning asosiy sinflari, ularni ishlab chiqarish istiqbollari

“Biz hayotimizning turli jabhalarida, xalq xo‘jaligining barcha sohalarida tub islohotlarni amalga oshirib, yangilanish sari borar ekanmiz, ushbu islohotlarning ijobiy tomonga o‘zgarishi, ma’naviy yuksalishimizga ko‘mak berishi hamda milliy g‘urur va iftixorimizni kuchaytirishi ko‘p jihatdan har tomonlama etuk kadrlarga bog‘liq ekanini unutmasligimiz lozim. Respublikamizning iqtisodiy, siyosiy va ma’naviy jihatdan har tomonlama ravnaq topishida, bu sohalardagi muammolarni hal qilishimizda ham milliy kadrlar bosh omillardan biri bo‘ladi” – deya ta’kidlaydi Prezidentimiz o‘zining “Zamonaviy kadrlar tayyorlash – islohotlar muvaffaqiyatining asosi” nomli ma’ruzasida.

Aytish mumkinki, bugungi kunda xukumatimiz tomonidan amalga oshirilayotgan islohotlarning aksariyati biz chuqur bilim olishimiz, kasb-hunar

sirlarini mukammal o'zlashtirishimiz uchun etarli shart-sharoitlar yaratishni ta'minlashga qaratilgan. Shunday ekan, bizlar o'zimiz uchun yaratilayotgan imkoniyatlardan samarali foydalangan holda o'z bilimimizni oshirishimiz va olgan bilimlarimizdan vatanimiz ravnaqi yo'lida foydalanishimiz lozim.

Organik sintez mahsulotlarini olish va ular asosida materiallar ishlab chiqarish hozirgi kun kimyo sanoati oldida turgan muhim vazifadir. Bir yilda er yuzining turli nuqtalarida yuz millionlab tonna organik sintez mahsulotlari ishlab chiqariladi. Bular asosiy organik sintez mahsulotlari – uglevodorodlar va ular asosidagi materiallar (etilen, propilen, butilenlar, butadien, benzol, toluol, ksilollar, stirol va boshqalar), galogenli hosilalar (metilxlorid, metilenxlorid, xloroform, to'rtxlorli uglerod, etilxlorid, dixloreten, xlorbenzol, xloropren va boshqalar), spirtlar, fenollar, aldegidlar va ketonlar, karbon kislotlar, oddiy va murakkab efirlar, nitrillar va aminlar, sulfokislotalar, azo- va dazobirikmalar hamda boshqalar; nozik organik sintez mahsulotlari (bo'yoqlar, dorivor vositalar, xushbo'y xidli moddalar, pestitsidlar, kinomateriallar, kimyoviy reaktivlar), tabiiy energiya tashuvchilar va uglerodli materiallar, kimyoviy tolalar hamda kauchuk va rezina mahsulotlaridir. Organik sintez mahsulotlarining bu turlari ko'plab adabiyotlarda yoritib berilgan va ularning hususiyatlari batafsil o'rganilgan.

Yuqoridagi kimyo yo'nalishlari orasida galogenli hosilalar etakchi qatorlarda sanalib, ulardan mono-, di-, trixlorometanlar, vinilxlorid, xloropren, xlorbenzollar xalq va qishloq xujaligini turli mahsulotlar bilan ta'minlashga xizmat qilib kelmoqda.

Kaustik sodaning alternativ o'rinbosarlari mavjud emasligi, uni ishlab chiqarishda hosil bo'luvchi xlorning bartaraf etilishini talab etadi. Texnologik tizimlarda bir yilda hosil bo'luvchi 50 mln. tonna xlorning 40% vinilxlorid olish uchun sarflanishi hisoblab chiqilgan va bu ko'rsatgich nafaqat vinilxlorid muhim monomer ekanligini balki qator ekologik muammolarning echimi ekanligini ham asoslaydi.

Vinilxlorid ishlab chiqarish bo'yicha etakchilik, AQSH, Germaniya, Yaponiya kabi dunyoning rivojlangan mamlakatlari ulushiga to'g'ri keladi. Bu

sohada Germaniya kompaniyalaridan «VinTek» tasarufidagi «Vinnolit» firmasi etakchilik qilib, yillik quvvati 650000 t PVX va 630000 t VXM ishlab chiqariladi.

## **2. Vinilxlorid ishlab chiqarish texnologiyasi**

Vinilxlorid xlororganik birikmalar sintezi sanoatining eng muhim mahsulotlaridan biri hisoblanadi, er yuzidagi xlorning 25 – 30 % gacha vinilxlorid sintezi uchun sarflanadi. Vinilxlorid o‘z navbatida ishlab chiqarish xajmi bo‘yicha polietilendan so‘ng ikkinchi qatorda sanaluvchi polivinilxlorid olish uchun monomer hisoblanadi. 1990 yil avvalida 5 mln. tonna bo‘lsa, 2000 yilga kelib dunyoda 25 mln. tonnadan ziyod ishlab chiqarila boshlandi. Polivinilxlorid sanoatning ko‘pgina tarmoqlarida, jumladan qurilda, elektrotexnikada va elektronikada, sellyuloza va qog‘oz, elastomerlar va tolahosil qiluvchi polimerlar ishlab chiqarishda, pol, kiyim-kechak, poyafzal ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Polivinilxloridning asosiy istemolchisi gaz- va suvuzatish uchun quvirlar ishlab chiqaruvchi sanoat bo‘lib, jami polimerning 20 – 55 % gacha ushbu maqsadlarda sarflanadi. Hozirda yog‘och materiallarini o‘rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarishda ham keng qo‘llanila boshlandi. Vinilxlorid ishlab chiqarish uchun dastlabki xom ashyolar bo‘lib, etan, etilen va yoki atsetilen xizmat qiladi.



Vinilxlorid olishning to‘rt xil sanoat usuli mavjud:

1. Etilenni to‘g‘ridan-to‘g‘ri xlorlash yoki oraliq mahsulot sifatida 1,2-dixlorethan hosil bo‘lib, so‘ngra pirolizlanishidan vinilxlorid va vodorod xloridlar

hosil bo'luvchi oksidlash-xlorlash bosqichlarini o'z ichiga olgan ikki bosqichli usul



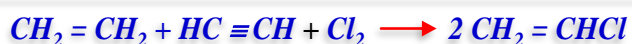
Hosil bo'luvchi vodorodxlorid etilenni oksidlash-xlorlash jarayoni uchun hom ashyo hisoblanadi.

2. Etilen va atsetilendan hom ashyo sifatida foydalaniluvchi kombinirlangan usul, bu jarayon etilenni dixloretangacha xlorlash va uning pirolizi bosqichlarini qamrab oladi:

Hosil bo'luvchi vodorodxlorid esa atsetilenni vinilxloridgacha gidroxlorlash uchun sarflanadi:



yoki umumiy



3. Benzinni pirolizi orqali etilen va atsetilen aralashmalari hosil qilish va so'ngra ushbu aralashmani gidroxlorlash hamda xlorlash orqali vinilxlorid olish bohqichlaridan iborat bo'lgan, engil benzin asosiy xom ashyo hisoblanuvchi kombinirlangan usul. Hosil bo'luvchi dixloretan so'ngra reksiklga qaytariladi va pirolizga uchratiladi hamda vodorodxlorid ajralishi bilan vinilxloridga o'zgartiriladi.

4. Atsetilenni gidroxlorlash:





Yuqorida keltirilgan usullardan sanoat miqyosida etilen asosida vinilxlorid ishlab chiqarish keng joriy qilingan. Masalan, AQSH 1989 yilga qadar ishlab chiqarilayotgan barcha vinilxlorid aynan shu usul bilan olingan.

### 3. Etandan vinilxlorid sintez qilish.

#### Etilen asosida vinilxlorid olishning umumlashtirilgan usuli

Ushbu usul asosida uchta kimyoviy reaksiyalar saqlanadi:

- *etilenni to'g'ridan-to'g'ri dixloretangacha xlrlash;*
- *etilenni dixloretangacha oksidlash-xlrlash;*
- *dixloretanni vinilxloridgacha pirolizi.*

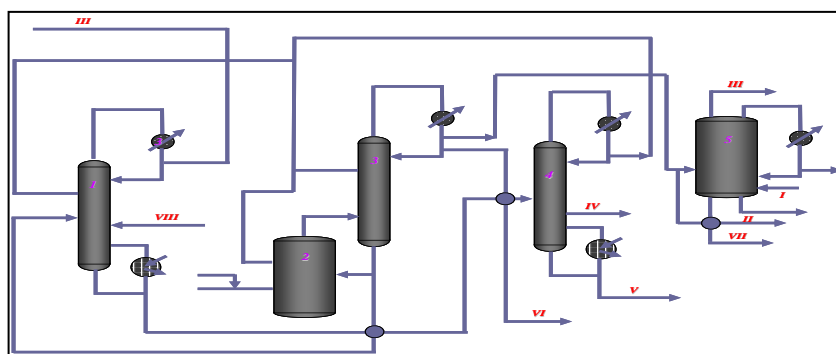
#### Etilenni to'g'ridan-to'g'ri xlrlash.

Vinilxloridni umumlashtirilgan jarayonlar orqali ishlab chiqarish usullarida etilenni to'g'ridan-to'g'ri xlrlash bosqichi muhim ahamiyatga ega. Aynan shu bosqichda piroliz jarayoni uchun dixloretan hosil bo'ladi. To'g'ridan-to'g'ri va oksidlash xlrlash jarayonlarida xom ashyo nisbatlari odatda 1:1 tanlanadi. Lyuis kislotalari katalizatorligida amalga oshuvchi etilenni xlrlash reaksiyasi elektrofil birikishi mexanizmi orqali amalga oshadi.



Xlor va etilening ta'sirlashuvchi qaynayotgan dixloretan muhitida 90 – 110 °S olib boriladi. Qo'shimcha reaksiyalar, masalan tri- va etan polixloridlar hosil bo'lishini reaksiyani 50 – 70 °C xaroratlarda olib borish bilan oldini olish mumkin. Ingibitorlardan (kislrod, temir xloridi) foydalanish reaksiya haroratlarini 40 – 60 °S gacha kamaytirish imkoniyatini beradi va bunda dixloretan bo'yicha selektivlik deyarli 100 % bo'lishi aniqlangan.

Etilenni to'g'ridan-to'g'ri xlrlash jarayoni prinsipial texnologik sxemasi 1-rasmda keltirilgan.



**1.1-rasm. Etilenni to‘g‘ridan-to‘g‘ri xlrlash jarayoni prinsipial texnologik sxemasi**

*1, 3, 4 – rektifikatsion kolonnalar; 2 - reaktor; 5 – xlrlash reaktori*  
*Oqimlar: I – xlor; II – etilen; III – abgazlar; IV – qayta ishlash uchun; V –yoqish uchun; VI – tayyor dixloretn; VII – yuvilishi zarur bo‘lgan dixloretn; VIII – engil uchuvchan mahsulotlar qayta ishlashga.*

### **Oksidlash-xlorlash orqali etilendan vinilxlorid olish**

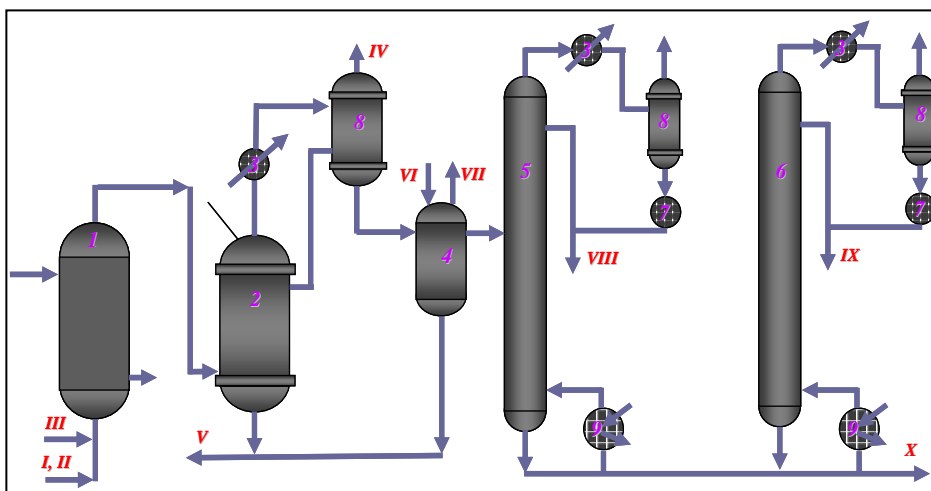
Umumlashtirilgan usulda vinilxlorid ishlab chiqarishdagi asosiy bosqichlardan yana biri etilenni oksidlash-xlorlash bosqichi hisoblanadi. Etilenni oksixlorlash jarayonlarining barcha sanoat usullari asosiy ikki ko‘rsatgichlari bilan farqlanishi mumkin: jarayonni qo‘zg‘olmas yoki “qaynayotgan qatlam” katalizatorlarida olib borish hamda oksidlovchi sifatida kislorod yoki havodan foydalanish. Hozirda katta miqdorlarda vinilxlorid ishlab chiqaruvchi gigant korxonalar “qaynayotgan qatlam” katalizatorlari usulidan foydalanadi.

**Table 1: Direct Chlorination Reactor Modeling Results**

	Modeling Results	Literature Values
Conversion of ethylene	99.93%	99.94%
Selectivity to EDC	99.8%	99.4%

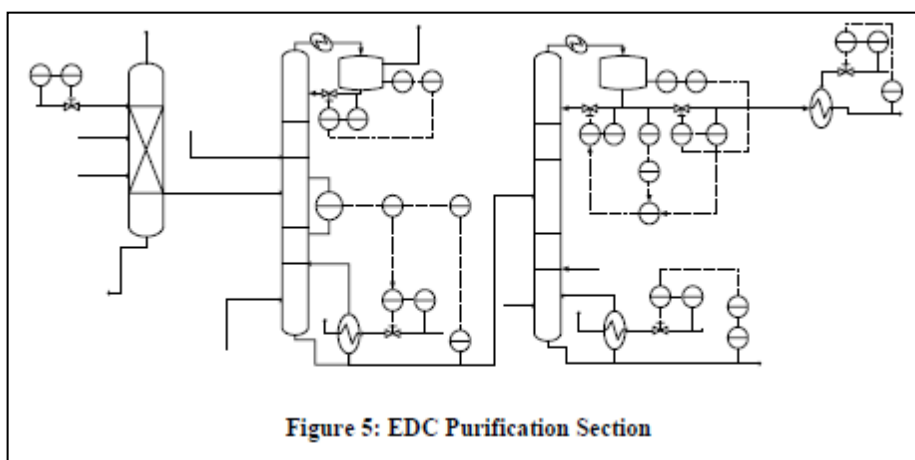
Etilenni oksixlorlash gaz fazada 327 - 342 °C harorat va 150 kPa bosim ostida statsionar yoki “qaynayotgan qatlam” katalizatorlari ishtirokida olib boriladi. Katalizator sifatida turli tashuvchilarga mis, kaliy, natriy va boshqa metall xloridlari yuttirilgan kompozitsiyalardan foydalanish mumkin. SHu bilan birga sanoat katalizatori sfera shaklidagi alyuminiy oksidiga yuttirilgan mis xloridi tuzlaridan iborat; bunda mich miqdori 4 – 6 % (mass.) ni tashkil etadi. Oksidlovchi

sifatida havo yoki kisloroddan foydalanish mumkin. Kislorodning qo'llanilishi chiquvchi gazlar miqdorining bir necha o'n marotaba kamayishini taminlaydi va jarayonni nisbatan past haroratlarda olib borish imkoniyatini beradi. Bundan tashqari katalizatorning faol ishlash muddati uzayadi va qurilma unumdorligi ortadi. Hozirgi vaqtda toza kislorodning tan narxi qimmat bo'lishiga qaramasdan sanoatda kisloroddan foydalanish kengayib bormoqda.



**1.2-rasm. 1,2-dixloretan olishning oksislash jarayoni prinsipl texnologik sxemasi**

*1 - reaktor; 2 – toblovchi kolonna; 3 - sovitgich; 4 – neytralizator; 5, 6 – rektifikatsion kolonnalar; 7 – nasos; 8 – yig‘gich; 9 - bug‘latgich. Oqimlar: I – vodorod xlorid; II – havo; III – etilen; IV – absorbsiya uchun mahsulotlar; V – oqova suvlar; VI – suv; VII – NaOH; VIII – engil fraksiya; IX – 1,2-DXE; X – kub qoldig‘i*



**Figure 5: EDC Purification Section**

Oksislash jarayoni prinsipl texnologik sxemasi 2-rasmda berilgan.

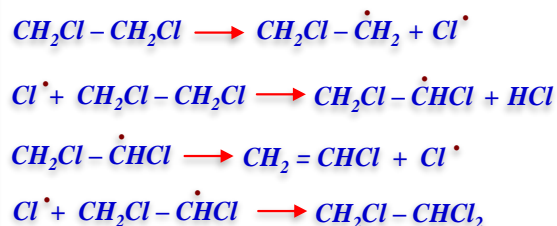
1-Quvirli reaktorga etilen, vodorodxlorid va havo aralashmasi uzatiladi; reaksiya 210-260°C da alyuminiy oksidiga yoki alyumosilikatga yuttirilgan mis xloridi katalizatorligida olib boriladi. Etilendan mo‘l nisbatlarda foydalanish tavsiya etiladi. 2-Toblovchi kolonnada NSI ajratilib, kislota olish uchun tozalashga yuboriladi. Inert gazlar 8-yig‘gichning yuqori qismidan chiqariladi, yuqori qatlami 2-kolonnaga uzatiladi; xlorsaqllovchi mahsulot neytrallanadi va 4-kolonnada yuqiladi, so‘ngra 5- va 6-kolonnalarda engil fraksiya va dixloretanga ajratiladi. Bunda kub qolidig‘i doimiy chiqarib turilishi talab etiladi. 5-kolonnada namlangan dixloretanni azeotrop haydash orqali quritish amalga oshiriladi.

**Dixloretan pirolizi.** Umumlashtirilgan usulda vinilxlorid olishning so‘ngi bosqichi dixloretanni degidroxlorlash (piroliz) jarayoni hisoblanadi. Dixloretanning pirolizi 450 – 520°C haroratlarda, 2 MPa bosim ostida olib borilishi tavsiya etilgan:



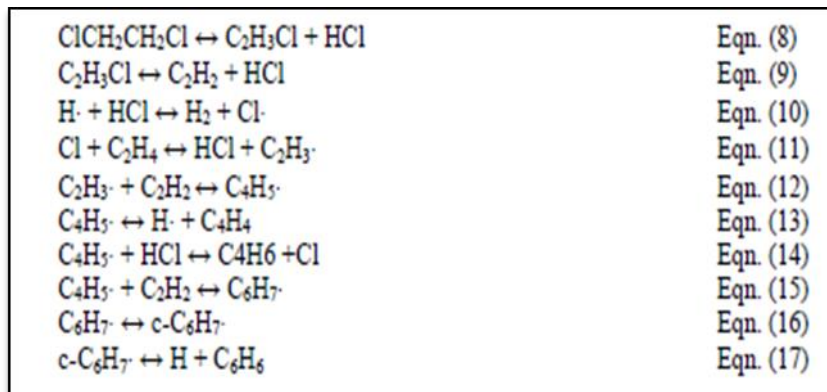
Bunda siklda bir marta aylanishi bilan dixloretanning konversiyasi 50 – 60 %, vinilxlorid bo‘yicha selektivligi 96 – 99 % bo‘lishligi aniqlangan.

Dixloretanning pirolizi radikalzanjirli mexanizmda amalga oshiriladi. Reaksiya dixloretan molekulasidagi C – Cl bog‘ning uzilishi bilan erkin radikallarning hosil bo‘lishi, ularning o‘z navbatida zanjirning uzayishi bilan xlor saqlagan uglerod atomidagi vodorodlardan birini tortib olishi va 1,2-dixloretil radikalining hosil bo‘lishi bilan molekulyar parchalanishiga sabab bo‘ladi. Zanjirning uzilish reaksiyasi radikallarning rekombinatsiyasi orqali amalga oshadi:



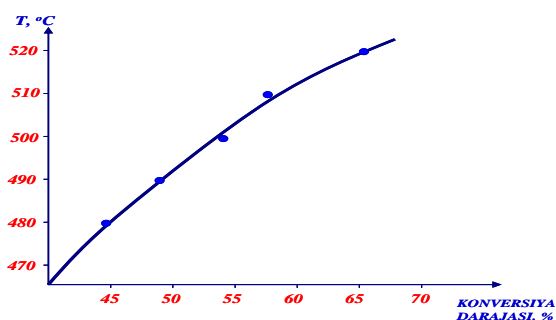
Dixloretanning piroliziga va vinilxlorid chiqimiga ta'sir etuvchi asosiy ko'rsatgichlardan biri harorat hisoblanadi. 3-rasmda dixloretan konversiyasining haroratga bog'liqligi berilgan.

Jarayonda hosil bo'luvchi qo'shimcha mahsulotlar:



Jarayon tezligi va mahsulotlar tarkibiga jarayon harorati bilan birga reaksiyaning initsiatorlar va ingibitorlari ham katta ta'sir ko'rsatadi.

Piroliz jarayonida odatda sofliigi 99,2 % dan kam bo'lmagan dixloretandan foydalaniladi. Bunda qo'shimchalar bo'lib, xloretanlar, xloretenlar va benzol saqlanadi. 1- va 2-jadvallarda ba'zi moddalarning initsiatorlik va ingibitorlik xususiyatlari berilgan.



**1.3-rasm. Dixloretan konversiya darajasining jarayon haroratiga bog'liqlik grafigi**

## Ba'zi birikmalarning 375°C dagi initsiatorlik ko'rsatgichlari

Initiator	Initiator miqdori, % (mass)	Dixlorektan konversiya darajasi, %
Initiatorsiz (termik piroliz)	0	0.8
Azot oksidi	1.0	1.8
Azot dioksidi	1.0	8.4
Tetraetilqo'rg'oshin	0.1	8.5
Tetraetilqo'rg'oshin+xlor	0.1+0.1	12.4
Azot dioksidi + xlor	0.5+0.5	20.5
Geksaxlorektan	2.5	25.0
Geksaxlorektan+xlor	2.5+0.1	32.0
Azot oksidi+xlor	0.5+0.5	55.9
Xlor	0.5	56.1
	1.0	63.7
Nitrozil xlorid	1.0	66.3
Kislorod	1.0	67.9
	1.5	71.0

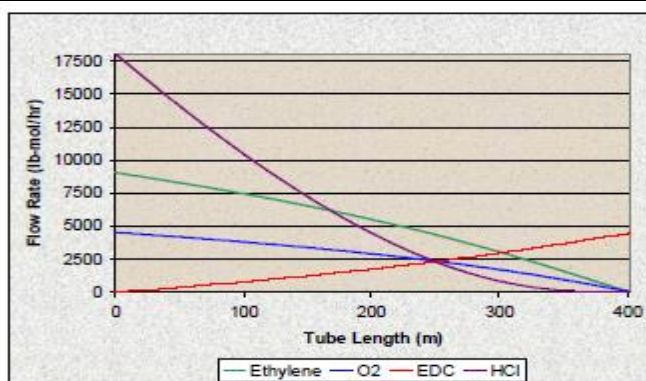


Figure 3: Oxychlorination Reactor

Table 4: Oxychlorination Reactions

Set	Reaction	Stoichiometry
R-1	DCE formation	$C_2H_4 + 2CuCl_2 \rightarrow C_2H_4Cl_2 + 2CuCl$
R-2	TCE formation	$C_2H_4 + 3CuCl_2 \rightarrow C_2H_4Cl_3 + 3CuCl + 0.5H_2$
R-3	$C_2H_4$ combustion	$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$
R-4	CuCl oxidation	$2CuCl + 0.5O_2 \rightarrow CuO-CuCl_2 \rightarrow CuO + CuCl_2$
R-5	$CuCl_2$ regeneration	$CuO + 2HCl \rightarrow CuCl_2 + H_2O$

**Ba'zi birikmalarning defferensial reaktorlarda 500°C haroratlarda  
ingibirlash faolligi**

Ingibitor	Ingibitor miqdori, % (mass.)	Dixloretan konversiyasi, %
Ingibitorsiz (termik piroliz)	0	41.2
1,1-dixloretan	0.1	21.2
1,2-dixlorpropan	0.1	24.2
Benzol	0.3	27.5
1,2,3-trixlorpropn	0.1	28.0
Benzol	0.1	29.0
Allil xlorid	0.1	31.0
Benzol	0.5	32.5

Etilen asosida vinilxlorid olishning umumlashtirilgan usuli Yu.A.Terger tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, Rossiya va boshqa qator chetel korxonalarini tomonidan ishlab chiqarishga joriy qilingan.

#### 4. Etilendan vinilxloridning ikki bosqichli sintezi

YUqorida ko'rib chiqilgan usullarning asosiy kamchiliklari ko'pbosqichligi bilan bog'liq bo'lib, dixloretanni termik degidroxlorlash jarayonida katta issiqlik talab etilishi, hosil bo'luvchi qo'shimcha mahsulotlar: atsetilen, butadien, xloroprenlarning utilizatsiyasi, shuningdekqatron va kokslanishning mavjudligi hisoblanadi.

Faollanish energiyasining pasaytirish va mos ravishda jarayon haroratlarini pasaytirish uchun katalizatorlardan foydalaniladi. Bundan tashqari umumlashtirilgan usulda ekzotermik (238.8 kDj/mol) hisoblanuvchi etilenni oksixlorlash reaksiyasida ajraluvchi issiqlikdan endotermik (71.2 kDj/mol) reaksiya dixloretanni degidroxlorlash foydalanish imkoniyatlari chegaralangan. Bu ikki qarama-qarshi reaksiyalarni bir reaksiyon zonada o'tkazish ajraluvchi va yutiluvchi issiqliklarni boshqarish imkoniyatini beradi.

Vinilxlorid olishning birlashtirilgan usullar kojuxquvirli reaktorlarda statsionar (qo'zg'olmas) katalizator qatlamida olib boriladi. Katalizator joylangan

1-reaktorga, 0,4 MPa bosim bilan 150 °C xaroratga ega bo'lgan etilen, vodorodxlorid va havo uzatiladi. Reaksiya 350°C xaroratda olib boriladi. Jarayonning asosiy ko'rsatgichlari quyida keltirilgan.

Vinilxlorid bo'yicha selektivlik, %	54
CO va CO <sub>2</sub> bo'yicha selektivlik, %	5
Konversiya darajasi, %	
etilenning	76
vodorod xloridning	66
kislородning	91

Vinilxlorid olishning bu usuli asosiy ikki bosqichlardan iborat: etilenni to'g'ridan-to'g'ri xlorlash va etilenni oksixlorlash va hosilbo'luvchi oraliq mahsulot dixloreanni pirolizi. 1-reaktorda reaksiyaning amalga oshishi bilan issiqlik ajralishi kuzatiladi va bu issiqlikni yuttirish uchun quvirlar orasiga issiqlik tashuvchi agent uzatiladi. Issiqlik tashuvchining regeneratsiyasi 2-utilizator o'chog'ida olib boriladi. Organik mahsulotlar (vinilxlorid, 1,2-dixloreten, dixloretilen va b.)dan hamda uglerod oksidlari, suv bug'i, azot va ta'sirlashmay qolgan etilen, vodorod xlorid, kislородdan iborat bo'lgan reaktordan chiquvchi reaksiya gazlar 350 °C da 3-toblovchi kolonnaga yuboriladi. Kolonnada gazlarning harorati 110 – 120 °C gacha tushiriladi.

Sovitilgan va neytrallangan gazlar 3-toblovchi kolonnaning yuqori qismidan 4-kondensatorga beriladi va bunda namlik va dixloretenning qisman kondensatlanishi amalga oshadi. Kondensat 5-qurilmaga fazalar bo'yicha ajratish uchun yuborilib, bundan dixloreten 8-xom dixloreten yig'gichga beriladi, suv esa 7-aralashtirgichga ishqor eritmasini tayyorlash uchun uzatiladi. Vinilxlorid, etilen, kondensatlanmagan organik mahsulotlar, namlik, inert gazlar saqlovchi gaz oqimi 9-sovitgichga berilib bunda 5°S haroratgacha sovitiladi, 10- separator va 11-skrubberlar orqali o'tkaziladi va bunda namlik 1 mln. qismga 10 – 20 qism qolguniga qadar quritiladi, so'ngra 12-absorbsion kolonnaga yo'naltiriladi. Jarayon an'anaviy hisoblanuvchi umumlashtirilgan jarayonga raqobat bo'la olishi uchun



etilenning vinilxloridga o'zgarish umumiy darajasi 89 % dan kam bo'lmasligi kerak.

### **Etandan vinilxlorid sintez qilish**

Etilen va atsetilendan vinilxlorid olishning zamonaviy usullari kam sarf xarajatlar qilinib yuqori unum bilan tayyor mahsulot ishlab chiqarish bilan bog'liq. Shuning uchun bu jarayonlarni yanada takomillashtirish arzon va mavjud uglevodorod xom ashyosidan foydalanishga yo'naltirilishi zarur. Bunda xom ashyo bo'lib esa, etan xizmat qiladi.

Bizga tanish bo'lgan Rossiyaning "SINTEZ" firmasida YU.A.Treger rahbarligida vinilxloridni etandan sintez qilish jarayoni keng o'rganilib, quyidagi bosqichlarni qamrab oladi:

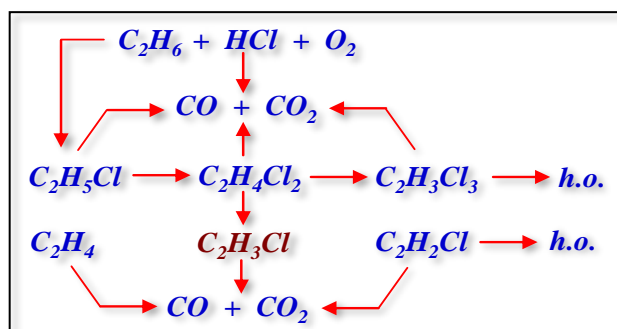
- etanni vinilxlorid va etilengacha oksixlorlash;
- etilenni dixloretangacha xlorklash;
- dixloretanni pirolizi;
- xlororganik birikmalarin tri- va perxloretilen hosil qilish bilan qayta ishlash.

Etanni oksixlorlashdan tashqari barcha jarayonlar bizga ma'lum bo'lgan etilendan vinilxlorid olishning umumlashtirilgan va birlashtirilgan jarayonlari tizimlariga o'xshash.

Etanni oksixlorlash – geterogen-katalitik jarayon bo'lib, qator ketma-ket amala oshuvchi reaksiyalarni qamrab oladi. Reaksiyani amalga oshirish sharoitlaridan kelib chiqib, etan va etilenning turli xildagi xlorkli hosilalari hosil bo'lishi mumkin. Vinilxlorid sintezi 450 – 500 °C haroartlar chegarasida olib boriladi. Nisbatan past haroratlarda (300 – 350 °C) reaksiyaning asosiy mahsulotlari etilxlorid va dixloretan bo'lib, vinilxlorid juda oz miqdorlarni tashkil etadi.

Etanni oksixlorlash jarayoni o'rin olish, additiv xlorklash, digidriklash va xlorkalkanlarni digidroxlorlash kabi qo'shimcha reaksiyalar amalga oshishi hamda etilen va xloretilenlar aralashmasi hosil bo'lishi bilan boradi. Vinilxloridning hosil

bo'lish yo'llari va uning keyingi o'zgarishlari taxmin qilinuvchi reaksiyalarni quyidagi umumiy sxema bilan ifodalash mumkin:



Vinilxlorid faqatgina 1,2-dixloretnaning degidroxlorlanishi natijasida hosil bo'ladi. Etanni oksixlorlash jarayonida uglevodorodlarning va xloruglevodorodlarning oksidlanishi tufayli katta miqdorlarda uglerod oksidlari hosil bo'ladi. Etandan vinilxlorid olishning blok sxemasi 1-sxemada berilgan.

Etanni oksixlorlash jarayoni qo'zg'aluvchan katalizator qatlamida 820°C haroratda va 0,2 MPa bosimda olib boriladi. Katalizator sifatida mis va kaliy xloridlari yuttirilgan silikageldan foydalaniladi.

Umumlashtirilgan va birlashtirilgan usullarning asosiy kamchiliklari tizimning uzlukli olib borilishi bilan izohlanadi va vinilxlorid ishlab chiqarish quvvatiga mos ravishda ketma-ket joylashtirilgan bir nacha qurilmalardan foydalanish kerak bo'ladi. Bundan tashqari ishqor va spirt sarfi ham muhim bo'lib, 1 tonna vinilxlorid ishlab chiqarishi uchun 0,82 t qattiq ishqor va 92 kg spirt sarflanishi hisoblab chiqilgan.

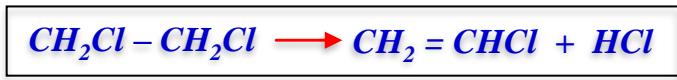
Yuqoridagi barcha usullar taqqoslanib, dixloretdan piroliz orqali vinilxlorid ishlab chiqarish texnologik tizimidagi muhim omillarni kuzatib o'tamiz.

Yuqorida aytilganidek vinilxlorid olish jarayoni asosan haroratning nazoratiga bog'liq:

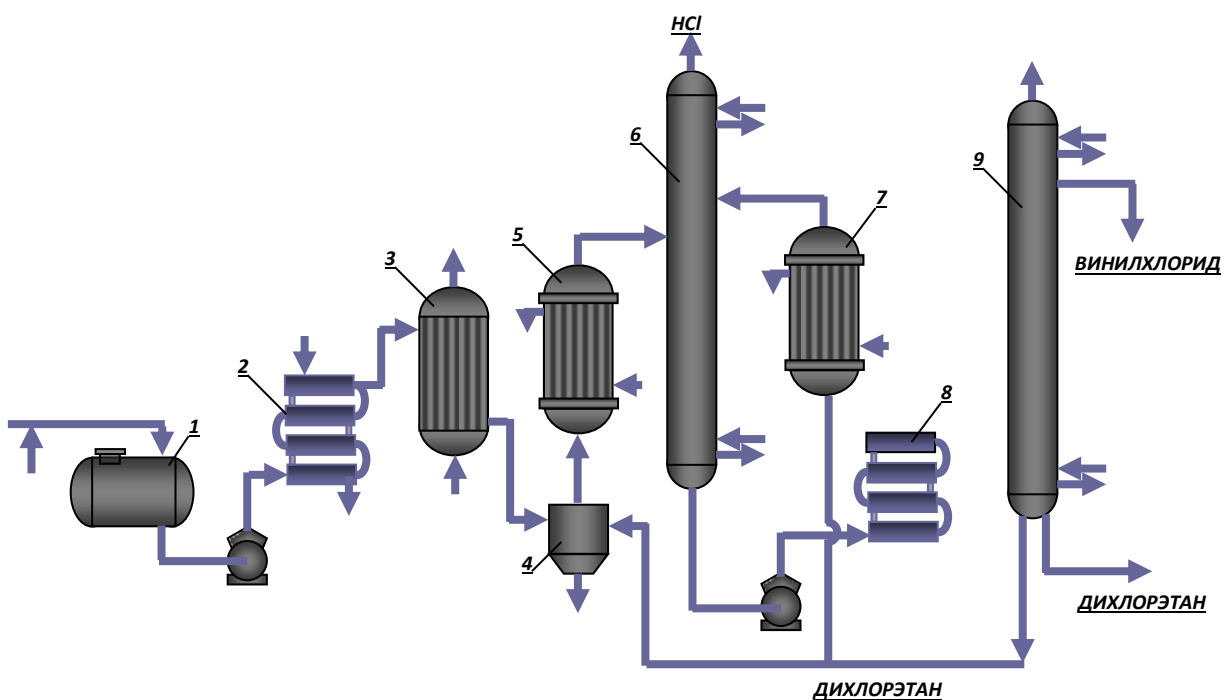
Harorat, °C	.....	200	284	400	500
Unum, %					
Dixloretnan	.....	83,4	50	16,7	7
Vinilxlorid	.....	16,5	50	83,3	93

Vinilxloridni yuqori unumlarda ishlab chiqarishini ta'minlash uchun haroratni doimiy yuqori bo'lishini ta'minlash zarur, lekin shu bilan birga ayni xaroratlarda qo'shimcha reaksiyalar ham amalga oshishi kuzatiladi va bularda qurum hosil bo'lishi, uglevodorodlarni chuqur xlorlash va b. reaksiya unumiga keskin ta'sir ko'rsatadi. reaksiyani 400°C gacha qizdirilgan KCl+CaCl<sub>2</sub> tuzlari ishtirokida olib borish bilan vinilxlorid chiqimini 65 – 67 % gacha etkazish mumkinligi o'rganilgan.

Piroliz orqali dixloretandan vinilxlorid ishlab chiqarish quyidagi reaksiya bo'yicha amalga oshishi bizga ma'lum:



Dixloretan bug'lari 480 – 500°C da reaktoring 70 va 100 mm li quvirlardan yasalgan halqali qismidan o'tkaziladi. Reaktor ichki quvirlarning pastki qismida joylashtirilgan garelkalar yordamida qizdiriladi. Vinilxlorid unumi maksimal bo'lishiga yuqori tozalikdagi (99,9 %) dixloretandan foydalanilganda erishiladi va bunda xom ashyo tarikibida temir oksidlari va xloridlari saqlanmasligi muhim ahamiyatga ega.



1.4-rasm. Dixloretanni pirolizi orqali vinilxlorid olish texnologik tizimi

1-dixloretan uchun sig'im; 2-bug'latgich; 3-reaksion pech; 4-qatron ajratgich; 5,7-sovitgichlar; 6-absorbsion kolonna; 8-qizdirgich; 9-bug'latgich kolonna; 10,12-rektifikatsion kolonnalar; 11-kondensator

Reaksiyaning gazsimon mahsulotlari, tahlillar ko'rsatishicha 37.5 % vinilxlorid, 40.8 % vodorodxlorid, 20.5 % tasirlashmagan dixloretan va 1.2 % qo'shimcha mahsulotlar saqlaydi va qatronajratgich orqali o'tib, quvirli sovitgichlarda sovutiladi hamda dixloretan bug'larining kondensatsiyasi amalga oshiriladi. So'ngra reaksiya mahsulotlari dixloretan bilan boyitilgan absorberga beriladi. Vinilxloridni dixloretan bilan sorbsiyalanish jarayoni 1.5 atm bosimida olib borilib, absorberning yuqori qismidagi xarorat – 10 dan – 20 °C gacha, pastki qismida esa +40 dan +50 °C gacha bo'lishi ta'minlanadi. So'ngra vinilxlorid yuttirilgan dixloretan maqsaddagi mahsulotni xaydab olish uchun bug'latgich kolonnaga yuboriladi; bug'latgich kolonnaning pastki qismidan dixloretan ajartib olinib uning bir qismi boyitish uchun absorberga qaytariladi, bir qismi esa qatronlarni eritish uchun foydalaniladi. Dixloretanning asosiy qismi chiqindilar va qo'shimchalardan tozalash uchun rektifikatsion kolonnalarga yuboriladi; rektifikatsion kolonnalardan chiquvchi dixloretan siklga qaytariladi.

Xaydash kolonnasidan chiquvchi vinilxlorid rektifikatsiyaga beriladi. Vinilxlorid unumi 97 – 98 % ni tashkil etadi va bunda dixloretanning konversiyasi sikldagi bir martalik aylanishida 70 % bo'lishi kuzatiladi.

Texnologik tizim tahlili, jarayonda ikkilamchi mahsulotlar (ishqor, spirt va b.) talab etilmasligini ko'rsatadi. Bu esa jarayoning iqtisodiy jihatdan samarali usulligini va jahon amaliyotida ham muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.

#### **Nazorat savollari:**

1. Galogenorganik birikmalarning Respublika kimyo sanoati rivojidadagi ahamiyati.
2. Texnologiya termini qanday ta'riflanadi
3. Vinilxlorid ishlab chiqarishni joriy qilishning istiqbollari.
4. Etandan vinilxlorid sintez qilishni takomillashtirish asoslari.
5. Etilendan vinilxloridning ikki bosqichli sintezi.

6. Etilendan vinilxlorid olishning bir bosqichli jarayoni. “Staffer” firmasi jarayoni
7. Oksidlash-xlorlash orqali etilendan vinilxlorid olish

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Wittcoff, Harold. Industrial organic chemicals.—2nd ed. / Harold A. Wittcoff, Bryan G. Reuben, Jeffrey S. Plotkin. p. cm. Includes index. 2004. 686 p.
2. Jeremy Dry, Bryce Lawson, Phuong Le, Israel Osisanya, Deepa Patel, Anecia Shelton. Vinyl Chloride Production. Capstone Design Project. Spring 2003. Chemical Engineering -University of Oklahoma. – 81 r.
3. D. W. McMillen and J. B. Grutzner, J. Org. Chem., 59, 4516 (1994).
4. M. Toth, M. D. Liptak, D. L. Phillips, and G. C. Shields, J. Chem. Phys., 114, 4595 (2001).

## **2-qism. METANOL ISHLAB CHIQRISHNING INNOVATSION TEXNOLOGIYALARI**

### **Reja:**

1. Sintez gaz ishlab chiqarish usullari
2. Metanol ishlab chiqarish usullari
3. Metanol ishlab chiqarish texnologiyalari
4. Tabiiy gaz asosida metanol ishlab chiqarish texnologiyasi

**Tayanch so‘z va iboralar:** Sintez gaz, metanol, kataliz, katalizatorlar, regeneratsiya, konversiya, selektivlik, hujum markazi, faol markazlar, sun‘iy yoqilg‘i.

Hozirgi kunda organik sintez sanoatining, xususan organik moddalar va ular asosidagi materiallar ishlab chiqarish mamlakatimiz iqtisodiyotini rivojlantirishdagi muhim ahamiyatga ega bo‘lib bormoqda. Organik sintez sanoatining rivojlanishini muhim vazifalaridan biri sanoatning barcha tarmoqlarida va turmushda zamonaviy kimyo yutuqlaridan to‘la foydalanish bo‘lib,

mukammalroq va arzon ishlab chiqarish vositalari hamda xalq iste'mol mollari ishlab chiqarishdir. Hozirgi kunda fan va texnikaning rivojini sanoatni deyarli barcha tarmoqlarida keng qo'llaniladigan polimer materiallarsiz tasavvur qilib bo'lmaydi. Demak bugungi kunning dolzarb vazifalaridan biri bu sifatli yuqori molekularli birikmalar sintez kilish.

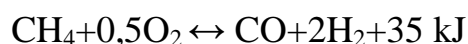
Organik materiallarni rangli va qora metallarni o'rniga qo'llaganda buyumlarni tannarxi va og'irligi kamayadi. Organik sintez mahsulotlari avtomobilsozlik, suv, havo va yer transportida, radioelektronika va elektronika sanoatida, qurilishda, qishloq xo'jaligida, tibbiyotda, oziq-ovqat va engil sanoatda keng qo'llanilmoqda. Ammo sanoat tarmoqlarining polimer kompozitsion materiallarga bo'lgan talabi, ularni ishlab chiqarish sur'atlaridan ilgarilab ketmoqda.

Iqtisodiyotni kimyolashtirishning dolzarb muammolaridan biri tabiiy va sintetik reagentlardan oqilona foydalanish, arzon organik mahsulotlarni ishlab chiqarishni rivojlantirish va ular asosida turli materillar yaratish masalasidir.

### **1. Sintez gaz ishlab chiqarish usullari**

**Sintez gaz sintezi.** Metan konversiyasining (konversiya lotincha «conversio» so'zidan olingan bo'lib, o'zgarish, aylanish ma'nosini anglatadi) birinchi mahsuloti sintez gaz ( $m\text{CO} + n\text{H}_2$ ) deb ataladi. U vodorod olishdan tashqari metanol sintezi, yuqori molekularog'irlikka ega bo'lgan spirtlar sintezi, sintetik benzin, sintezi vaboshqalar (so'nggi paytlarda CO gazi temir rudalaridan, temirni qaytarib, toza temir olishda ham ishlatila boshlandi) sintezida hamko'p ishlatiladi.

Konversiya usuli metanning suv bug'i yoki kislorod bilan oksidlanishiga asoslangan:



Keyin hosil bo'lgan CO ni suv bug'i bilan konversiya qilinadi.



Metanni suv bug'i bilan konversiyasi reaksiyasini umumiy holda quyidagicha yozish mumkin:



Jarayon endotermik holda sodir bo'ladi. Metan va CO konversiyalari katalizator ishtirokida (CH<sub>4</sub> uchun nikel, CO uchun temir, xrom, rux, xrom, misli katalizatorlar qo'llaniladi) boradi.

Rux xrom misli katalizator qo'llanganda CO konversiyasi pastharoratda (250-300°C) boradi. Konversiyalangan gaz tarkibida qolgan CO ning miqdori 0,2-0,4 % dan (hajm bo'yicha) oshmaydi. Bundayhollarda ko'pincha CO dan tozalash uchun adsorbsion usul o'rnigafaqat metanlash-gidrogenlashdan foydalanish mumkin.

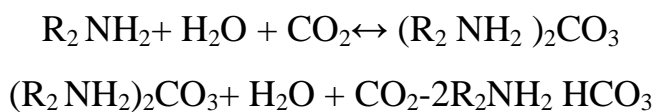
Yuqorida keltirilgan reaksiyalardan ma'lumki, olingan vodorodgazi toza emas, tarkibida 30 % gacha CO<sub>2</sub> 0,5-4 % gacha CO saqlaydi. Ozroq miqdor O<sub>2</sub> birikmalari bilan ifloslangan bo'ladi. Bu aralashmalar ammiak sintezida ishlatiladigan katalizatorni zaharlaydi. Shuning uchun ulani tozalash kerak bo'ladi.

**Konversiya gazini CO<sub>2</sub> dan tozalash.** Konversiya gazini tarkibida 17-30 % gacha CO<sub>2</sub> saqlaydi. Uni suyuq sorbentlar yordamida: suv, etanolamin, ishqor, eritmalar bilan tozalaydilar. CO<sub>2</sub> boshqa qo'shimchalarga nisbatan bosim ostida sovuq suvda yaxshi eriydi. Mana shu xossasiga asoslanib CO<sub>2</sub> suv bilan yuttirib ajratib olinadi. Buning uchun ichi nasadkali minoralarda gaz, suv sachratish bilan (2-3 mPa bosimda) yuviladi. Minoradan oqib tushuvchi suv turbinani aylantiradi, qaysiki, u nasos bilan birga mahkamlangan bo'ladi. Nasos suvni ko'tarib yana minorani sug'orishga beradi. Natijada unga beriluvchi energiya tejaladi. Turbinada bosim pasayadi atmosferabosimiga tenglashadi.

Natijada suvda erigan CO<sub>2</sub> va vodorod gazlari (80 % CO<sub>2</sub>, 11 % N<sub>2</sub>) desorbsiyalanib ajralib chiqadi. Bu gaz (CO<sub>2</sub>) yig'ibolinadi, turli maqsadlarda ishlatiladi (masalan, karbamid sintezida, quruq muz tayyorlashda va boshqa mahsulotlar olishda ishlatiladi).

Bu usulning kamchiligi ko'p elektr energiyasi sarflanishi va anchavodorodning yo'qotilishidir. Shuning uchun ham keyingi yillarda bu usul ko'p qo'llanilmaydi, balki sorbsion va selektivlik xossasi suvdan ancha yuqori bo'lgan etanolamin bilan tozalash keng qo'llanilmoqda.

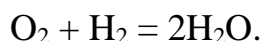
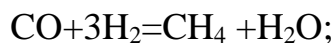
Bunda mono va dietanolaminning (HO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>)-NH<sub>2</sub> va (HO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>)-NH larning 15% li eritmasiga CO<sub>2</sub> yuttiriladi. HO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>- guruhni R bilan belgilab RNH<sub>2</sub> va R<sub>2</sub>NH deb olamiz.



Yuttirish jarayoni 40-45°C da olib boriladi. Absorbsiyalanish natijasida hosil bo'lgan karbonat va gidrokarbanatlar 120°C da desorberda CO<sub>2</sub> ajratib parchalanadi. Yuttiruvchi sifatida metanol, propilen karbonat, sulfolan kabi moddalar ham ishlatilishi mumkin (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>CO<sub>3</sub>-propilen karbonat, C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>SO<sub>2</sub>-sulfolan).

**Konversiya gazini CO dan tozalash.** Mis ammiakli eritma bilan yuttirish, suyuq azot bilan yuvish, katalitik gidrogenlash kabi usullar bilan amalga oshiriladi.

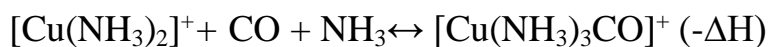
Suyuq azot bilan yuvish keng qo'llaniladigan usulidir. Bunda gaz katalizator zaharlaridan (CO, H<sub>2</sub>S), qisman CH<sub>4</sub> va aromatik uglevodorodlardan inert aralashmalardan tozalanadi. Bu qo'shimchalar hammasi suyuq azotning haroratidan ko'ra yuqoriharoratda qaynaydi, shuning uchun kondensiyalanadi va suyuq azotda eriydi. Yuvish kolonnasida shunday harorat saqlanadiki, bunda, N<sub>2</sub>:H<sub>2</sub> nisbati taxminan 3:1 bo'lib, vodorod gazi H<sub>2</sub> bilan to'yinadi. Katalitik gidrogenlash (metanlash), CO va CO<sub>2</sub> miqdori 1 % gacha bo'lganda qo'llaniladi. Bunda nikel katalizatori (alyuminiy oksidiga shimdirilgan bo'ladi) va 200-400°C haroratda quyidagicha reaksiya asosida boradi:



Gazni CO dan tozalash is gazining (CO) mis-ammiakli eritmaga absorbsiyalanganda mis ammiakli kompleks hosil bo'lishiga asoslangan. Oddiy sharoitda mis-ammiakli eritmaning yutish qobiliyati past, ammo haroratni pasaytirib bosim oshirilsa, u kuchayadi. SHuning uchun ham CO ni tozalash yuqori bosim (10-32 MPa) va past haroratda (0-10°C bundan past bo'lsa, eritma kristallanib qolishi mumkin) olib boriladi. Odatda kuchsiz kislotalar: sirka,



chumoli, karbonat kislotalarining mis ammiakli eritmalari qo'llaniladi. Masalan, mis asetatining mis ammiakli eritmasiga CO ni absorbsiyalanish reaksiyasi quyidagicha boradi:



Reaksiya qaytar reaksiyadir. Absorbentni regneratsiyalash uchun bosimni atmosfera bosimigacha kamaytirilib, 80°C gacha qizdiriladi.

Tozalashning adsorbsion usulida konversiyalangan gaz tarkibida 1 % gacha (hajm bo'yicha) CO<sub>2</sub> va CO qoladi. So'ngra u faqat katalitik gidrogenlash yo'li bilan tozalanadi.

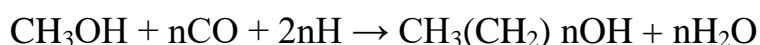
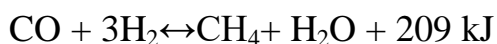
## 2. Metanol ishlab chiqarish usullari

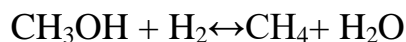
**Metanol sintezi tarixi.** R.Boyl 1661-yilda yog'ochni quruq haydash (havosiz muhitda) mahsulotlari tarkibida metanol borligini aniqladi. Uning nomi ham shundan kelib chiqib yog'och spirti deb atalgan. Uni 1834-yilda J.Dyuma va E.Peligolar toza holda ajratib olishga muvaffaq bo'ladilar.

Birinchi marta u 1923-yilda Germaniyada sintez qilina boshlandi. Metanol uglerod-(II)-oksidini gidrogenlash usuli bilan, ya'ni sintez gazdan olinadi.



Sintez gaz metanni suv bug'ib bilan oksidlovchi konversiyasidan yoki tabiiy gazni termooksidlovchi krekning qilish bilan ham (bunda sintez gaz bilan bir vaqitda asetelin olinadi) olinadi. Metanol sintezlash uchun CO va H<sub>2</sub> gazlarining 1:4 dan 1:8 gachan nisbatdagi aralashmasi olinadi. Jarayon 2035 MPa bosimda 370-420°C haroratda rux-xromli katalizatorishtirokida olib boriladi. Metanolning unumi unchalik katta emas, shuning uchun sintez dastlabki gazlar aralashmasini ko'pmarta aylantirish (sirkulyasiyalash) bilan amalga oshiriladi. Bosimning kamayishi yoki haroratning optimal qiymatidan ortishi metan, formaldegid, dimetilfirva yuqori spirtlar kabi qo'shimcha mahsulotlar hosil bo'lishga olib keladi.





Reaksiya jarayonida metanolning hosil bo'lishi reaksiya aralashma hajmining kamayishi bilan boradi, shuning uchun Le-Shatele prinsipiga muvofiq sistemada bosimning ortishi muvozanatning spirt hosil bo'lishi tomonga siljishga hamda qo'shimchareaksiyalarning borishini kamayishiga olib keladi. Reaksiya ekzotermik bo'lganligidan haroratning ko'tarilishi muvozanatni chapga siljitadi va sintez gazning metanolga aylanish darajasini kamaytiradi. Ishlatilish sohasiga ko'ra, u erituvchi sifatida va turli xil organik sintezlarda formaldegid, ba'zi bo'yoqlar, fotoreaktivlar, formatsevtika preparatlari olishda ishlatiladi.

Shu bilan bir qatorda past haroratda muvozanat metanol hosil bo'lishi tomonga kuchli siljiydi, ammo metanolning sintezlanish tezligi juda sust bo'ladi, hamda bunday sharoitda sintezni tezlatuvchi katalizator ham hozircha ma'lum emas. Shuning uchun ham sanoatda jarayon juda kichik harorat (20-30°C) intirvalida olib boriladi.

Sanoatda gazlar aralashmasini siqish uchun zarur bo'ladigan energiya sarfini kamaytirish uchun jarayon odatda 20-35 MPa bosimda olib boriladi.

Amalda eng optimal sharoit yaratilganida ham gazlar aralashmasida reaktor orqali bir marta o'tganida hosil bo'ladigan metanolning unumi 5-20 % ni tashkil qiladi. SHu boisdan dastlabki gazlar aralashmasida hosil bo'lgan metanol ajratib olinib, reaksiyaga kirishmay qolgan gazlar yana qayta reaktorga kiritiladi, ya'ni bir necha bor sirkulatsiya qilinadi, unum 84-87 % ga chiqadi.

Sanoatda ikki xil katalizatoridan foydalaniladi:

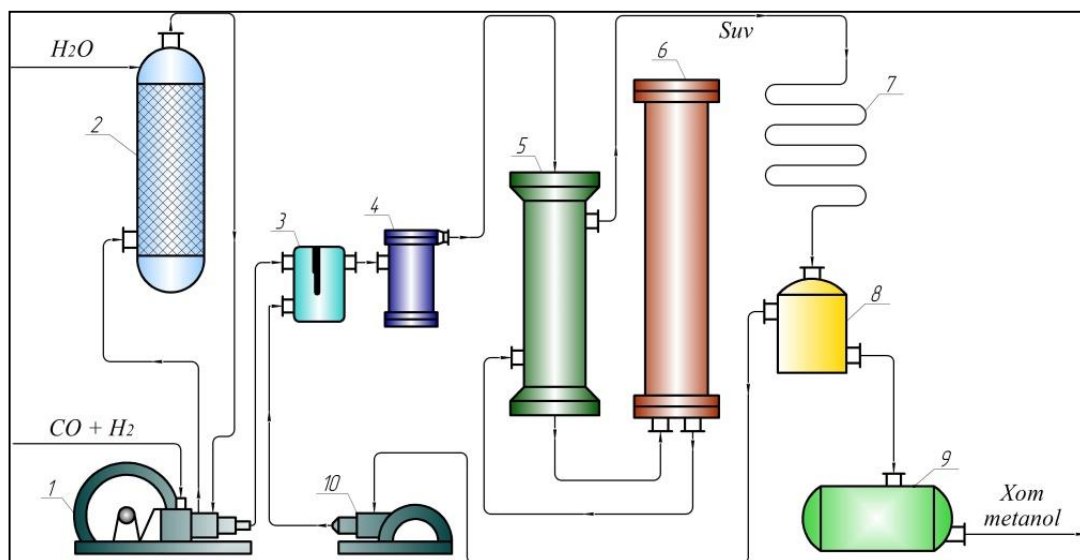
1) rux-xromli ( $8\text{ZnO} \cdot \text{CrO}_3 \cdot \text{CrO}_3$ ), u yuqori haroratga, kontakt zaharlariga chidamli, zaharlanganda ham yana qayta aktivlash mumkin, oson regeneratsiyalanadi, selektivligi yuqori. Buning uchun optimal sharoit 370-400°C va 25-30 MPa bosimda bo'ladi;

2) mis katalizatori aktivligi juda yuqori, ammo kontakt zaharlariga va yuqori haroratga chidamsiz, qaytmas zaharlanadi. Shuning uchun ham 300°C va 15 MPa bosimda foydalaniladi.

### 3. Metanol ishlab chiqarish texnologiyalari

#### Uglerod (II) oksidi va vodorod asosida metanol ishlab chiqarish.

Metanol olishning turli usullari mavjud. Shu usullardan biri, uglerod (II) oksidi va vodorodni besh bosqichli kompressorda siqish bilan metanol olish. Uglerod (II) oksidi va vodoroddan metanol ishlab chiqarishning texnologik sxemasi 1-rasmda keltirilgan.



**1.5-rasm. Uglerod (II) oksidi va vodoroddan metanol sintezi qurilmasining texnologik sxemasi.**

*1-kompressor; 2-skrubber; 3-aralastirgich; 4-filtr; 5-issiqlik almashtirgich; 6-sintez kolonnasi; 7-kondensator; 8-separator; 9-xom spirt yig'gich; 10-sirkulyasiya.*

Oltinugurtli birikmalardan tozalangan dastlabki gaz aralashmasi besh bosqichli kompressorda 1 dan 25 MPa gacha siqiladi. Uchinchi va to'rtinchi bosqichlar oralig'ida gaz 2-nasadkali skrubberda CO<sub>2</sub> dan tozalash uchun 3 MPa bosim ostida suv bilan yuviladi. Kompressorning beshinchi bosqichidan chiqqan siqilgan gaz 3-aralastirgichda moylardan tozalash maqsadida 4-filtrga yuboriladi. So'ngra gazlar aralashmasi 5-issiqlik almashtirgichning quvurlar oralig'idagi bo'shlig'i orqali o'tkaziladi, u erda chiqib ketuvchi kontakt gazlar bilan 220°C gacha qizib 6-sintez kolonnasiga kiradi.

Sintez kolonnadan chiqqan gazlar aralashmasi issiqlik almashtirgichning quvurlari ichidan o'tib ancha soviydi va 7-kondensatorida to'liq sovib hosil bo'lgan xom spirt kondensatlanadi va 8-separatorida reaksiyaga kirishmay qolgan gazlardan

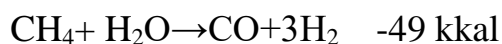
ajralib yig'gichga tushadi, gazlar esa kompressor orqali so'rib olinadi, aylanma gaz aralashtirgichda toza sintez gaz qo'shiladi. Shu yerda sikl qo'shiladi. Demak xom spirt 92-93 % bo'lib, tozalangach va rektifikatsiyalangach, 99.5-99.7 % toza metanol olinadi.

#### 4. Tabiiy gaz asosida metanol ishlab chiqarish texnologiyasi

Metanni chala oksidlangan uglerod ikki oksidi va vodorodga aylanadi, reaksiya sxemasi quyidagicha:

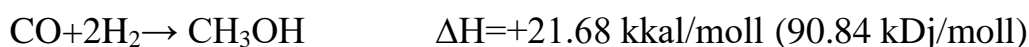


Sanoatda qo'llaniladigan usulga esa metanni suv bug'i bilan konversiyalash reaksiyasi sodir bo'ladi:



Birinchi tenglama bo'yicha reaksiya egzotermik, ikkinchisida esa endotermik tarzda boradi.

Uglerod ikki oksidi va bodorod (sintez-gaz) asosida katalizator ishtirokida metanol sintez qilish reaksiyasini quyidagicha ifodalash mumkin:



Reaksiya ekzotermik tarzda hajm kamayishi bilan boradi. Bundan ko'rinib turadiki, metanolning maksimal chiqishi va sintez gazining metanolga maksimal aylanish darajasi past temperatura va yuqori bosimda amalga oshar ekan:

Tabiiy gazdan metanol olish jarayoni bir necha bosqichdan iborat. Ushbu jarayonning funksional sxemasini 2-rasmda ifodalash mumkin:

Tabiiy gazdan metanol olish qurilmasi tabiiy gazni va bug'-gaz aralashmasini isitish ketma-ket va o'zaro bir-biri bilan bog'langan 4 va 6 issiqlik almashtirgich sistemasidan tashkil topgan; 1-riforming reaktori konvertirlangan gaz olish uchun;

2-sintez reaktori konvertirlangan gazdan metanol olish uchun xizmat qiladi; 8-issiqlik almashtirgich konvertirlangan gazni isitish va 2-sintez reaktoriga uzatadi.

1-reforming reaktoridan konvertirlangan gazning 2-sintez reaktoriga chiqishi 14-utilizator-qozoni orqali amalga oshiriladi.

2-sintez reaktori 11-issiqlik almashtirgich, 22-23-separatorlar orqali bitta tarmoqda 3-rektifikatsiya kolonna bilan bog'langan.

3-rektifikatsiya kolonna kubi 12-issiqlik almashtirgich bilan ulangan bo'lib, uning turbalar orqali 9-issiqlik almashtirgichdan keyin, konvertirlangan gaz 2-sintez reaktoriga o'tadi.

Metanol olish qurilmasiga konversiya texnologik jarayoniga tanlangan tabiiy gazning bir qismi 6-issiqlik almashtirgichga keladi, u erda 350-450°C temperaturagacha qizdiriladi. So'ngra tabiiy gaz isitilgan suv bug'i bilan aralashtiriladi. To'yinga suv bug'i 5-issiqlik almashtirgich-bug' isitgichda isiydi.

Tabiiy gaz va bug' sarfi nisbati avtomatik tarzda boshqariladi, bug': gaz aralashmasi 2.7-3.2 : 1 nisbatda bo'ladi.

Hosil bo'lgan bug'-gaz aralashmasi 350-450°C temperaturada 4-issiqlik almashtirgichga yuboriladi. Is gazlarining issig'i hisobiga 500-580°C gacha isigan bug'-gaz aralashmasi 1-riforming reaktorining reaksiya turbalariga keladi. U erda nikelli katalizator ishtirokida 780-850°C temperatura va 2.0-2.5 MPa bosim ostida tabiiy gazning suv bug' bilan konversiya reaksiyasi ro'y beradi, natijada tarkibida 4-5 % hajmda metan, 45-50 % hajmda vodorod, uglerod oksidi 9-10 % va suv bug'i 30-35 % bo'lgan konvertirlangan gaz hosil bo'ladi.

Konvertirlangan gazning chiqishi temperaturasi 780-850°C, shuningdek 1-reaktor radiant qismidan chiqadigan is gazlarining temperaturasi 950°C avtomatik tarzda boshqarilib turiladi.

Yonilg'i gaz sifatida 1-reaktorga kelayotgan tabiiy gazning bir qismidan foydalaniladi. 1-reaktorga yuborilishidan avval, tabiiy gaz ikkita oqimga, ya'ni „pilot“ va „asosiy“ gorelkalarga taqsimlanadi.

Is gazlar 200°C temperaturagacha 29-dimososlar orqali atmosferaga (30 m balandlikda) chiqariladi.

Konvertirlangan gazning issiqligidan 14-gaz sovutgich utilizator qozonda foydalanish ko'zda tutilagan. Gazning 780-850°C dan 300-350°C sovishi natijasida 2.0-2.5 MPa bosimda to'yingan suv bug'i hosil bo'ladi. U 15-separator barabanidan 5-issiqlik almashtirgich-bug' isitgichga uzatiladi.

Birlamchi tayyorlash blokida kerakli sifatgacha tayyorlangan muhit suvi 31-tayyorlash bloki, 9-issiqlik almashtirgich, 30-deaerator, 26-nasos orqali 7-issiqlik almashtirgichga o'tkaziladi. U erda is gazlari issiqligi hisobiga to'yinish temperaturasi gacha isiydi va qisman nam bug' hosil qiladi. So'ngra muhit suvi 15-baraban separatorga uzatiladi.

Texnologik jarayonda konvertirlangan gaz issiqligidan 9-issiqlik almashtirgichga yumshatilgan suvni isitish usuli amalga oshiriladi.

So'ngra 12-issiqlik almashtirgich, 3-rektifikasiya kolonna qaynatgichida konvertirlangan gaz issiqligidan foydalanish nazarda tutilgan, metanol xomashyosini rektifikasiya jarayoni uchun kerakli bo'lgan. Qaynatgichdan so'ng konvertirlangan gaz 20-separatorga o'tadi. 141.5°C temperaturada ajralgan kondensatdan bug' hosil qilishda foydalanish mumkin.

Konvertirlangan gaz 20-separatoridan so'ng 10-sovitgich kondensatorga yo'naltiriladi, u erda oraliq issiqlik tashuvchi sifatida tosoldan foydalaniladi. Gazni sovishi hisobiga qoldiq namlikni kondensatsiyalanishi sodir bo'ladi, u 21-separatorida ajratiladi. Ajratilgan kondensat shuningdek, bug' hosil qilish tarmog'iga yuboriladi, quritilgan konvertirlangan gaz 24-kompressor agregatiga yo'naltiriladi.

5 MPa bosimda siqilgan konvertirlangan va serkullangan gazlar aralashmasi 25-kompressor agregatidan 8-issiqlik almashtirgichga so'ngra 11-issiqlik almashtirgich rekuperatorga o'tadi, u erda metanol sintezi reaksiya maxsulotlari bilan isiydi. Undan keyin konvertirlangan va serkullangan gazlar aralashmasi 2-metanol sintezi reaktoriga yuboriladi.

2-reaktorga past temperaturali misli katalizator joylashtiriladi ushbu katalizatorni qo'llash natijasida sintez jarayoni parametrlari quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi: temperatura 200-280°C va bosim 4.5-5.5 MPa atrofida. Serkullangan (aylanma) gaz 22-separatoridan so'ng toza konvertirlangan gaz bilan aralashtirish uchun yuboriladi.

2-reaktorda temperatura avtomatik tarzda boshqariladi. 2-reaktordan chiqayotgan reaksiya gazlari issiqligidan 11-issiqlik almashtirgichda

konvertirlanga va serkullangan gazlar aralashmasini isitishda qo'llaniladi. So'ngra sovutilgan reaksiya gazi metanolni kondensatsiyalanishi uchun 19-havo sovutgichiga o'tkaziladi, so'ngra 22-separatorga yuboriladi, u erda gaz-suyuqlik aralashmasidan metanol-kondensat aralashtiriladi. 22-separatoridan ajratilgan metanol kondensat 23-separatorga o'tkaziladi, u erdan bosim kamaygandan so'ng rektifikatsiyaga yo'naltiriladi.

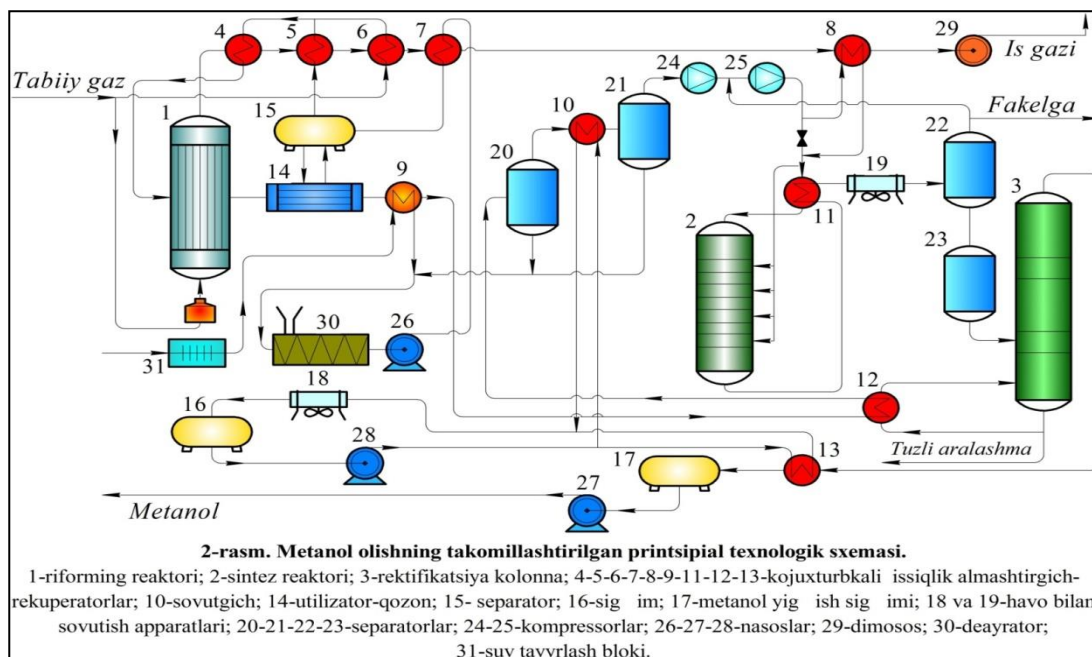
Metanol kondensatning rektifikatsiya jarayoni 3-nasadkali rektifikatsiya kolonnada olib boriladi.

3-kolonnaning pastki qismidan kub suyuqligi 12-issiqlik almashtirgich-qaynatgichdan o'tib 3-rektifikatsiya kolonnaga yo'naltiriladi.

3-kolonnaning kub maxsuloti (tuzli) tozalash inshootlariga yuboriladi.

3-kolonna distillyati 13-issiqlik almashtirgichda kondensatsiyalanadi va 17-metanol yig'gichga yo'naltiriladi, u erda metanol maxsuloti 27-nasos yordamida metanol skladiga yuboriladi.

**Texnologiyaning avzalligi.** Ushbu texnologiyaning avzalligi shundan iboratki, bunda energiya va resurslar tejraladi, ya'ni reforming jarayonida reaksiyaga kirishmagan suv 20-21-separatorlarda ajratiladi va bug' hosil sistemasiga qaytariladi. Uning natijasida sanoat oqova suvlari kamayadi. SHuningdek, kapital mablag'larning tejralishi imkoniyati hosil bo'ladi. Metanol olish qurilmasini integrallashuvi, ya'ni gazni kompleks tayyorlash qurilmasi tarkibida bo'lishi xisobiga erishiladi.



Buning natijasida nafaqat kapital mablag‘lar sarfi kamayishigina emas, balki metanolning tannarxini kamayishi ham kuzatiladi.

Integrallashgan texnologiyaning ananaviydan farq qiladigan tomonlari quyidagicha:

- xomashyoni tayyorlash bloki bo‘lishi zarur emasligi, chunki SHo‘rton gaz kimyo majmuasida tayyorlangan tabiiy gaz tarkibidan katalizatorlarni zaxarlaydigan oltingugurtli birikmalar bo‘lmaydi;

- xom metanolni aralashmalardan tozalash bloki bo‘lmaydi, chunki uning 85-95% li konsentratsiyasini gidrat hosil bo‘lishidagi ingibitor sifatida qo‘llash mumkin;

- birlamchi suv tayyorlash bloki talab etilmaydi, chunki bunday blok texnologiya tarkibida mavjud.

Havo bilan 4.0-75 %i portlovchi aralashma hosil qiladi. SHu sababli sintez gaz ishlab chiqarish korxonalarida texnika xavfsizligi qoidalariga qat’iy rioya qilish talab etiladi.

### *Nazorat savollari*

1. Kislorodli organik birikmalarning respublika kimyo sanoati rivojidagi ahamiyati.
2. Metanol ishlab chiqarishni joriy qilishning isteqlollari.



3. Sintez gaz asosidagi metanol sintez qilishni takomillashtirish asoslari.
4. Metanol asosidagi sintezlar.

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Wittcoff, Harold. Industrial organic chemicals.—2nd ed. / Harold A. Wittcoff, Bryan G. Reuben, Jeffrey S. Plotkin. p. cm. Includes index. 2004. 686 p.
2. Jeremy Dry, Bryce Lawson, Phuong Le, Israel Osisanya, Deepa Patel, Anecia Shelton. Vinyl Chloride Production. Capstone Design Project. Spring 2003. Chemical Engineering -University of Oklahoma. – 81 r.

### **3-qism. OLEFINLARNI OLIGOMERLANISH JARAYONLARI KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI**

#### **Reja:**

1. Oligomerlanishdagi tovar mahsulotlari sifatiga qo'yiluvchi talablar
2. Kislotali katalizatorlarda olefinlarni oligomerlanish reaksiyalari qonuniyatlari
3. Fosforkislotali katalizatorlar ishtirokida oligomerlanish texnologik jarayonlari
4. Olefinlarni oligomerlashdagi qo'shimcha jarayonlar
5. Shell firmasi usuli bo'yicha etilenni oligomerlanishi
6. SABLIN – etilenni oligomerlash bilan  $\alpha$ -olefinlar olish usuli (laos)

**Tayanch so'z va iboralar:** etilen, propilen, oligomerlanish, polimerlanish, katalizator, Shell usuli, SABLIN usuli, suntetik benzin.

Bugungi zamon barcha sohalar qatorida ilm-fanni ham yangi bosqichga ko'tarishni talab qilmoqda. Zotan, jamiyat oldida turgan dolzarb masalalarni ilm-fansiz echish qiyin. Mazkur sohani va olimlarni har tomonlama qo'llab-quvvatlash davlatimizning ustuvor vazifalaridandir. "Mamlakatimizda amalga oshirilayotgan

tadqiqotlarning hammasini ham ilm-fanning bugungi yuqori rivojlanish darajasiga to'la javob beradi, deb bo'lmaydi. Yuqori texnologik ilmiy mahsulotlarni amaliyotga joriy etish uchun yangi zamonaviy tajriba-ishlab chiqarish, konstruktorlik-texnologik tashkilotlar hamda innovatsiya markazlarini tashkil etish zarur. Marketing va litsenziyalash xizmatlari talab darajasida emas. Bu mamlakatimiz ilmiy-innovatsion mahsulotlarini amaliyotga keng tatbiq etishda yaqqol sezilmoqda", deydi davlat rahbari.

Respublikamiz 2017 yildan boshlab yangi rivojlanish bosqichlariga qadam qo'yimoqda. Bunday o'zgarishlardan "Sho'rtan gaz-kimyo majmuasining tozalangan metani negizida sintetik suyuq yoqilg'i (GTL) ishlab chiqarishni tashkil etish" loyihasi gaz-kimyo sanoati yo'nalishida dunyoning ilg'or texnologik yechimlarini o'zida aks ettirgan. Ushbu loyiha MDH doirasidagi eng yirik mega-loyihalardan biridir. Loyiha "O'zbekneftgaz" kompaniyasi ta'sisligida amalga oshirilishi mamlakatimizning yoqilg'i energetika xavfsizligini ta'minlashda katta ahamiyatga ega bo'lish barobarida, sohaning jadal sur'atlarda taraqqiy etib borayotganidan dalolat beradi.

Loyiha doirasida yiliga 3,6 milliard metr kub tabiiy gazni qayta ishlash orqali 1,5 million tonna yuqori sifatli "Evro-5" talablariga javob beradigan sintetik yoqilg'i ishlab chiqariladi. Shundan 743 ming tonnasi dizel yoqilg'isi, 311 ming tonnasi aviakerosin, 431 ming tonnasi nafta va 21 ming tonnasi suyultirilgan gazni tashkil etadi. Yangi zavod ishga tushirilishi natijasida iqtisodiyotning real tarmoqlarini rivojlan-tirish, mamlakatimizning tranzit salohiyatini yanada oshirish, shuningdek, neft mahsulotlariga bo'lgan ehtiyojning asosiy qismini qanoatlantirish va neft importi hajmini kamaytirish orqali xorijiy valyuta sarfini tejashga erishiladi. Qurilish-montaj ishlari 2020 yilning ikkinchi yarmida nihoyasiga etkazilishi, zavodda qo'shimcha 682 yangi ish o'рни yaratilishi mo'ljallangan. Kimyo sanoatini rivojlanishiga o'zning samarali ulushini qo'sha oladigan innovatsion texnologiyalardan yana biri quyi alkenlarni oligomerlanish jarayonlarini tadqiq qilish bilan bog'liq. Quyi alkenlarning oligomerlanishi oltingugurtciz va aromatik uglevodorodlar saqlamagan, yuqorioktanli motor

yoqig'isi komponentlarini ishlab chiqarish imkoniyatlarini beruvchi isteqlbolli jarayon bo'lib, ichki yonuv dvigatellari uchun zamonviy yoqilg'ilarga mukammal va qa'tiy ekologik talablar quyiluvchi hozirgi davrda dalzarb muammolarni hal etish imkoniyatlarini beradi.

Oligomerlanish jarayoni uchun xom ashyo sifatida neft ashyosini kreking yoki piroliz, shuningdek tabiiy gazni Fisher-Tropsch jarayoni texnologiyasi bo'yicha qayta ishlash va oksidlash piroliz jarayondan hosil bo'luvchi engil (quyi) olefinlar xizmat qiladi. Hozirgi vaqtda C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> alkenlarni oligomerlash qattiq kislotali, "qattiq fosfor kislotasi", kationalmashinuvchi smolalar va seolitlar, etilen xom ashyosida esa o'tish holati metallari masalan nikel saqllovchi, katalizatorlarda amalga oshiriladi. Lekin bu katalitik sistemalar qator kamchiliklarga ega. Masalan, oligomerlanishning fosfor kislotali katalizatorlari qisqa muddatlarda faol bo'lib, regeneratsiyalash imkoniyatlariga ega emas. Solitlar asosidagi sistemalar uchun yuqori dezaktivlanish tezliklari xos, ionalmashinuvchi smolalar esa termik barqarorligi chegaralangan. Shuning uchun alkenlarni oligomerlanish jarayonlarini takomillashtirishning asosiy vazifalaridan biri yuqorisamarali, selektiv va ta'sir barqaoraligiga ega bo'lgan katalizatorlar yaratishdan iborat.

Etilenni selektiv oligomerlanish jarayonlari katta molekulyar massalarga ega bo'lgan alfa-olefinlar olish samarali usullari sifatida ma'lum bo'lib, kimyo sanoatida yarimtayyor mahsulotlar yoki bevosita polimerlar kimyosida maqsadli xom ayoshlar sifatida ishlatiladi. Shu jumladan, etilening oligomerlanish mahsulotlari - dimeri (1-buten), trimeri (1-geksen) va tetrameri (1-okten) monomer yoki somonomer (etilen bilan) sifatida ko'plab gomo- va sopolimerlar (o'rta va quyi zichliklarga ega bo'lgan chiziqli polietilen (PE)) ishlab chiqarishda ishlatiladi. So'ngi yillarda olefin moylariga va alfa-olefinlarni (C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>) gidroformillash mahsulotlariga bo'lgan talab ham ortib bormoqda.

Toza polimerlanish darajasiga ega yuqori alfa-olefinlar ishlab chiqarishning istiqbolli birgina usuli etilenni selektiv oligomerlash usuli hisoblanadi. Bu maqsadlarda odatda eruvchan uch- yoki undan ortiq komponentli katalitik

sistemalar (KS), tarkibida dastlabki (IV- va V- gurux) yoki “so‘nggi” (VI- va VII- guruhlar) o‘zgaruvchan metallari, barqarorlashtiruvchi ligandlar va alyuminiy organik birikmalar saqlovchi sistemalardan foydalaniladi. Shundan so‘ng bunday kompleks katalizatorlarni individual alfa-olefinlar olish uchun faoligi va selektivligini oshirish maqsadida modifikatsiyalash talab etiladi.

Hozirgi vaqtda chiziqli olefinlar uglevodorodlarning muhim sinfi bo‘lib, neftkimyosi sanoatida xom ashyo sifatida ishlatiladi. Bular orasida qo‘shbog‘lari chekkadagi uglerod atomlarida joylashgan alfa-olefinlar o‘ziga xos guruhchani tashkil etadi. Bular polimer ishlab chiqarishda, sintetik surkov moylar, texnik yuvish vositalari, sintetik yog‘ kislotalari, flotoreagentlar, emulgatorlar, surkov-sovituvchi va burg‘ulash suyuqliklari komponentlari, oksosintez jarayonlari plastifikatorlari, turli prisadkalar, neft va neftmahsulotlari depressatorlari. Yuqori alkilaminlar, yuqori alyuminiy organik birikmalar, issiqlik tashuvchilar, turli kompozitsiyadagi – mastiklar, germetiklar, qoplamalar ishlab chiqarishida ishlatiladi.

Zamonaviy neftkimyosi xom ashyo sifatida ishlab chiqarishi muntazam rivojlanib boruvchi quyi (etilen, propilen) va yuqori alfa-olefinlar (1-buten, 1-geksen, 1-oktenlar)dan foydalanishga tayanadi. Yuqori alfa-olefinlardan foydalanishning taxminan 40 % ulushi 1-buten, 1-geksen va 1-oktenlar bilan etilendan sopolimerlar sifatida foydalanish, gomo- va sopolimerlar (o‘rta va quyi zichliklarga ega bo‘lgan chiziqli polietilen (PE)) ishlab chiqarish uchun sarflanadi. So‘ngi yillarda olefin moylariga va alfa-olefinlarni (C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>) gidroformillash mahsulotlariga bo‘lgan talab ham ortib bormoqda.

### **1. Oligomerlanishdagi tovar mahsulotlari sifatiga qo‘yiluvchi talablar**

Propilen trimer va tetramerlaridan noionogen sirt faol moddalar SFM (jumladan, oksietillangan alkilfenollar), izogeksil va izotrigeksil spirtlariga bo‘lgan extiyojning yuqoriligi bilan oligomerlanish tovar mahsulotlariga qo‘yladigan talabalar ham keskin oshirildi.

Agar alkilfenol prisadkalar va izooktan ishlab chiqarish uchun keng fraksion tarkibli polimer distillyatlardan foydalanish mumkin bo'lsa, SFM va spirtlar olish uchun 95 % dan ortiq asosiy mahsulotdan iborat propilen trimerlar zarur bo'ladi.

Quyida alkilfenolli moy prisadkalar ishlab chiqarishda foydalaniluvchi polimer distillyatlar uchun talablar berilgan (TU 381-64210-76):

20 °C dagi zichligi, g/sm <sup>3</sup> kam emas	0.730	GOST 189951-73
Fraksion tarkibi		
n.k., °C dan kam emas	70	GOST 2177-66
Haydaladi, %		
90 °C gacha, dan oshmasligi kerak	3	GOST 2177-66
90 °C dan 127 °C gacha, kam emas	60	GOST 2177-66
180 °C gacha, kam emas	92	GOST 2177-66
k.k., °C dan oshmaslik kerak	225	GOST 2177-66
Yodlar soni, g 1/100 g polimer distillyat, kam emas	200	GOST 2070-55
Sulfirlanishi (hajmi bo'yicha), % dan kam emas	90	TU 38164210-72
Massa ulushi, %		
Suvda eruvchi kislotalar va ishqorlar	yo'q	GOST 6307-60
Oltinugurt, oshmasligi kerak	0.05	GOST 13380-81
suv	yo'q	GOST 2477-65
Mexanik aralashmalar	yo'q	GOST 6370-59
To'yingan bug'lar bosimi, kPa	33.325	GOST 1756-62
Gidirlangan polimerdistillyatning oktan soni (k.k. 170 °S dan kam emas) tetraetilqo'rg'oshingga nisbatan (1kg +3.3 g), dan kam emas	104	TU 38164210-72
100 ml polimerdistillyatdagi faktik smollar miqdori, mg, dan oshmasligi kerak	35	GOST 8439-58 yoki GOST 1567-56

Propilenni fosforkislotali katalizator ishtirokida trimerlash mahsulotiga qo'yilgan talabalar (TU 384022-78):

Ko'rinishi	SHaffof rangsiz suyuqlik	GOST 2706.1-74
20 °C dagi zichligi, g/sm <sup>3</sup>	0.739-0.745	GOST 189951-73
Fraksion tarkibi, °C		
n.k., dan kam emas	127	GOST 2177-66
k.k., dan ko'p emas	149	«
Massa ulushi, %		
Propilen trimerlari, dan kam emas	95	TU 384022-78
C <sub>8</sub> va undan quyi olefinlar, dan ko'p emas	2	«
C <sub>10</sub> va undan yuqori olefinlar, dan ko'p emas	3	«
Namlik, dan ko'p emas	0.01	GOST 14870-77
Bromlar soni, g Br/100 g dan kam emas	5	«
Maleinlar soni, 1 mg ga nisbatan malien anhidridi mg, dan ko'p emas	5	«
Peroksidlar soni, 1 l faol kislorodga nisbatan mg, dan ko'p emas	5	«
Umumiy oltingugurt miqdori, min <sup>-1</sup> , dan ko'p emas	6	GOST 13380-81

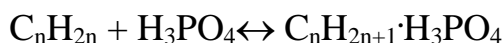
Propilenni trimerlarga 70 - 75 % selektivlik bilan oligomerlanish jarayoni. Jarayon fosforkislotali katalizatorlarda kojuxquvur turdagi izotermik reaktorlarda amalga oshiriladi. Xom ashyo sifatida konsentrlangan propilendan foydalaniladi. Uning o'zgarish darajasi 25-45 % ni tashkil etgani uchun ta'sirlashmay qolgan xom ashyo va reaksiya mahsulotlari dimer fraksiyasining resirkulyasiyasi nazarda tutilgan. Asosiy qo'shimcha mahsulot – propilening tetrameri surtma moylar uchun prisadkalar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Oligomerlarning summadagi unumi ushbu jarayonda 900 kg/(m<sup>3</sup>·soat).

Propilen trimerlari ko'ptonajli ishlab chiqarish qurilmalarini joriy qilish, yaqin yillarda olefinlarni kislotali katalizatorlarda oligomerlash jarayonlarining isteqboli yo'nalishlaridan biri bo'lib qolishini bashorat qilish qiyin emas. Bu bilan

noionogen SFM, moylar uchun prisadkalar va C<sub>4</sub>-C<sub>15</sub> oksospirtlar ishlab chiqarish sanoatlarini zaruriy va sifatli xom ashyolar bilan ta'minlash imkoniyatlarini beradi.

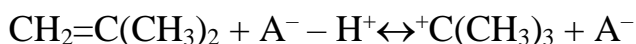
## **2. Kislotali katalizatorlarda olefinlarni oligomerlanish reaksiyalari qonuniyatlari**

Olefinlarni oligomerlanishi kislotali, jumladan fosforkislotali katalizatorlar ishtirokidagi reaksiyalari, 100 yildan ortiq tarixga ega. Dastavval bu kislotalarning katalitik ta'siri, oraliq mahsulot sifatida quyidagi sxema bo'yicha olefin-efirlari hosil bo'lishi bilan asoslanar edi:



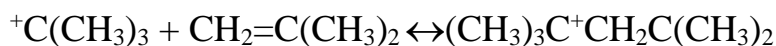
Bu mexanizm ko'plab katalitik reaksiyalarning – oligomerlanish, izomerlanish, destruksiya, gidropoldimerlanish va x.k. bir vaqtda bir necha elementar bosqichlar orqali amalga oshishi bilan tushuntiriladi.

Birinchi bosqichda olefinga (masalan, izobutilenga) kislotali katalizator protonining qo'shbog' bo'yicha qaytar birikishi bilan karbokationning hosil bo'lishi taxmin qilinadi:

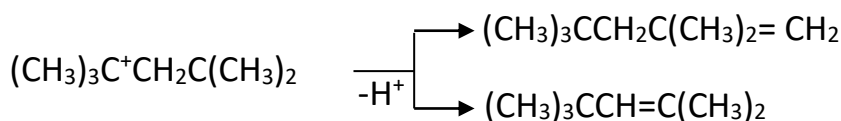


Reaksiya borish mexanizmini tahlil qilishda anionning holati, musbat zaryadga juda yaqin bo'lishi taxmin qilinsada qoidagi mos ravishda o'rganilmagan.

Karbokationning ikkinchi molekula olefin bilan ta'siri natijasida dimer hosil bo'ladi:

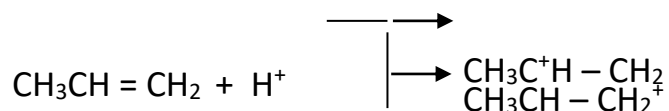


Protonning olefinga yoki boshqa akseptorga uzatalishi bilan dimer molekulasi hosil bo'ladi:

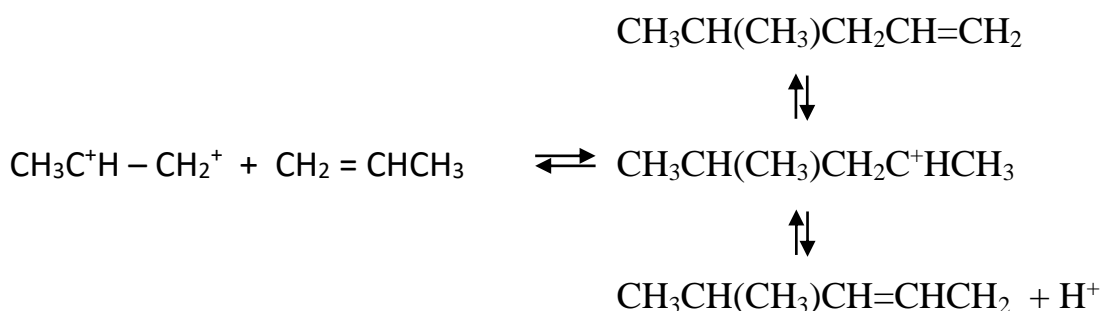


Dimerlarning izobutilen karbokationi bilan ta'sirlashuvi natijasida ham trimerlar hosil bo'ladi.

Ma'lumki, uchlamchi karbkation ikkilamchisiga nisbatan, ikkilamchilar esa o'z navbatida birlamchilariga nisbatan barqaror. Shunga mos ravishda, propilendan ko'proq izopropil karbkationlari hosil bo'lishi kerak:

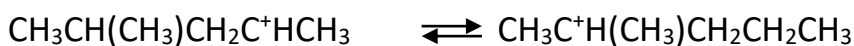


Ikkinchi molekula propilen bilan ta'sirlashuvidan quyidagi usullardan biri orqali protonni uzatuvchi dimer karbokationni hosil qilishi mumkin:

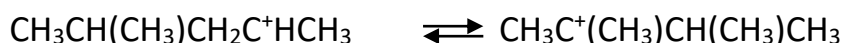


Lekin hosil bo'luvchi izogeksil ioni ikkilamchi bo'lib, uning beqarorligini va izomerlanishga moyligining yuqoriligini ko'rsatadi:

-protonning migratsiyasi orqali izomerlanish



-uglerod skeletining o'zgarishi bilan izomerlanish:



Propilenni oligomerlashdagi dimer fraksiya tarkibida 2-metilpenten va 2,3-dimetilbutenlarning ko'proq bo'lishi izogeksil karbkationlarning deprotonlanishdan avval tez izomerlanishi bilan asoslanadi.

### 3. Fosforkislotali katalizatorlar ishtirokida oligomerlanish texnologik jarayonlari

Olefinlarni fosforkislotali katalizatorlar ishtirokida oligomerlanish jarayonlari xom ashyoni tayyorlash, ta'sir bloki va reaksiya mahsulotlarini ajratish bo'limlaridan iborat.

Fosfor kislotali katalizatorlarning ishlash muddatlari va ularning massa birliklarida olingan oligomerlar miqdori, asosan foydalanilayotgan xom ashyodagi katalizator zaharlarining, jumladan olefinlar tarkibiga yuvuvchi suvlardan yoki



vodorod sulfid adsorbsion tozalash qurimalaridan o'tuvchi azotli birikmalarning majudligi bilan bog'liq. Zaharlangan qattiq katalizatorlarni taxlil qilish, azotning katalizatorning dastlabki qatlamlarida o'rganshganligini va katalizator tarkibidagi azot 6.1-0.2 % bo'lishi bilan qurilmalar ishlash ko'rsatgichlari kechkin kamayganligini ko'rsatadi.

Ammiak va xom ashyoda saqlanuvchi organik asoslardan tashqari, katalizator zaharlari bo'lib, kislorod ( $2.0 \cdot 10^{-3}$  %) izlari hamda butadien ta'sir ko'rsatadi. Bular katalizator yuzasida turli qotishmalar hosil bo'lishiga olib keladi va katalizatorni dezaktivlashtiradi.

Xom ashyodan sistemada foydalanish olefin konsentratsiyasi bilan bog'liq bo'ladi. Ko'pincha neftkimyosi gazlarining  $C_3-C_4$  tarkibli fraksiyalaridan foydalanilganda jarayon ishqoriy va suvli yuvish bosqichlari bilan bog'lanib, tarkibdagi merkaptanlar, vodorod sulfid va azotli birikmalardan tozalanadi. Lekin shu bilan birga bunday qayta tozalash ham etarli emasligi haqida ma'lumotlar bor. Diolefinlar va kislorodli chiqindilardan tozalash uchun xom ashyo oqimini gidrotozalash maqsadga muvofiq bo'ladi. Piroliz gazlaridan ajratib olingan, yuqoritozalangan konsentrlangan propilendan xom ashyo sifatida foydalanilganda, oligomerlanish jarayonidani tozalash bo'limining zarurati bo'lmaganligi sababli texnologik sxemasidagi muammolar va murakkabliklar keskin kamayishi bilan birga reaksiyani amalga oshirish sharoitlari yaxshilanadi.

Yuqorida aytib o'tilganidek, fosforkislotali katalizatorlar samarali ishlashlari ular tarkibidagi fosfor kislotasining miqdori bilan bog'liq. Optimal faollik bilan orto- va pirofosfor kislotasi aralashmalari ishlaydi.

Fosforkislotali katalizatorlarini ekspluatatsiya qilish jarayonida olefinlarni gidrotatsiya reaksiyalari kuzatilishi sabab oddiy efirlar va spirtlar hosil bo'lishi hisobidan hamda suvning fiziologik yo'qotilishi bilan doimiy suvsizlanish aniqlanilgan.

Katalizatorni uning optimal faollik talablariga mos ravishda bo'lishini taminlash uchun, uning ostida suv bug'ining aniq parsial bosimi bo'lishi kerak. Tushunarliki, bu bosim kattaligi jarayon amalga oshiriluvchi xarorat bilan bog'liq.

SHunga mos ravishda 70 °C da bug‘ bosimi 0.13 dan 2.0 MPa gacha bo‘lgan sharoitlarda katalizator faolligi taxminan 25 marta kamayadi. Bosimning ayni ko‘rsatgichlarida harorat 120 °C ga oshirilsa, katalizator faolligining 5 marta ortishiga olib keladi, bug‘ bosimining yanada oshirilishi esa katalizator faolligining susayishiga olib keladi.

Katalizatorning suv bug‘i bosimi (xom ashyo tarkibidagi namlikning ham) ta‘siriga bunday sezgirligi jarayonni nazorat qilish va boshqarishda qator murakkabliklarni keltirib chiqaradi, ayniqsa katalizatorni ekspluatatsiya qilish vaqtida faolligini yo‘qotishini haroratni oshirish bilan qoplanishini nazorat qilish zarur bo‘ladi.

Kislota konsentratsiyasi nafaqat faollikni, balki katalizator ishlash davomiyligini ham belgilab beradi. Shuning uchun xom ashyo sanoat jarayonlarida shunday miqdor suv saqlashi kerakki, bunda kislotaning konsentratsiyasi 103 – 110 % bo‘lishi taminlanishi zarur. Konsentratsiyaning kamayishi bilan nafaqat katalizator faolligi susayishiga balki, uning gazlar oqimi bilan olib chiqilib ketishining ortishiga ham sabab bo‘ladi. Konsentratsiyaning yuqori bo‘lishi bilan tutash polimerlanish jarayonlari kuchayib, hosil bo‘luvchi smolali poliolefinlarning miqdori ortadi, ular o‘z navbatida katalizator yuzasida qoplanadi, uning yuzasini to‘silishiga sabab bo‘ladi, xom ashyoning katalizator bilan ta‘sirini qiyinlashtiradi va bu bilan katalizatorni dezaktivlashtiradi.

Katalizator faolligini optimal bo‘lishini quvvatlash uchun xom ashyoning namligini jarayon harorati bilan bog‘liqligini nazorat qilib zarur. Bunday nazoratni olib borishda, UOP firmasi tomonidan jarayon uchun taklif etilgan “umumiy polimerlanish” ko‘rsatgichini belgilovchi grafikdan foydalanish muhimdir.

Reaksiya kinetikasini o‘rganishlar olefinlarni o‘zgarishi 2.0 MPa da qoniqarli natijalarni berishini ko‘rsatadi, sanoat qurilmalari 8.0 MPa bosim ostida ishlashi taminlanadi va bunday yuqori bosim bilan katalizatorning ishlash muddatlarining davomiyligi ta‘minlanadi. Bu yuqori bosimlarda polimerning katalizator yuzasidan oson chiqarilishi bilan izohlanadi.

Oligomerlanish jarayonidagi harorat chegaralarini tanlanishi ham katalizator ishlash muddatlarining davomiyligi, tutash polimerlanish reaksiyalarini bartaraf etilishi bilan bog‘liq.

Suyultirilgan hamda konsentrlangan propilenning oligomerlanish jarayonlari 180 – 230 °C da 1.7-8 MPa bosim ostida, 0.8 – 10 m<sup>3</sup>/(m<sup>3</sup>·soat) xajmiy tezliklarda o‘tkaziladi. Bunday sharoitlarda olefinlarning o‘zgarish darajasi 80 - 92 %, oligomerlarning hosil bo‘lishi 1500 – 2000 kg/(m<sup>3</sup>·soat) ni tashkil etadi. Reaksiya issiqlik ajalishi bilan amalga oshgani uchun (104-125 kDj/mol oligomer) reaksiya qurilmaning konstruksiyasi va xom ashyoni uzatish tezligi issiqliqni ishonchli hamda samarali yutilishi bilan belgilanadi. Oligomerlanish reaksiyasi qojuxtrubali jihozlarda, minora tipidagi reaktorlarda qattiq katalizator qatlamlar orasiga joylashtirish uchun pog‘anali to‘siqlarda yoki “truba ichida truba” shaklidagi reaktorlarda amalga oshiriladi.

Kojux trubali reaktorlarda katalizator diametri 50 – 100 mm bo‘lgan quvirlarga joylanadi. Reaksiya issiqligini chiqarish quvirlararo issiqlik tashuvchi agent (odatda tuzli suv) yordamida 0.3-0.5 MPa bosimda olib boriladi.

Minora turidagi reaktorlar silindrik kolonnalar bo‘lib, katalizator o‘zaro ustma-ust terilgan maxsus “savatlar”ga joylanadi. Katalizator qatlamlaridan chiquvchi reaksiya gazlarning harorati bir xil bo‘lishini (odatda 180 °C) xom ashyoning bir qismini yoki resirkulyasiyadagi parafinlar komponentini katalizator qatlamlari orasiga purkash bilan saqlanadi.

Truba ichida turba turidagi qurilmalar 150 mm diametrga ega bo‘lib, har biri reaktor (shag‘am) alohida qaynovchi suvli rubashkalarga joylanadi. O‘n-o‘n ikki shunday shag‘amlar parallel joylashtirilib, umumiy xom ashyo oqimi beriluvchi hamda umumiy issiqlik chiqariluvchi bitta reaksiya sistemani tashkil qiladi.

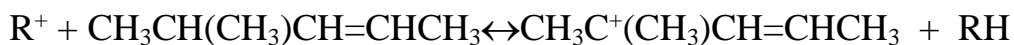
#### **4. Olefinlarni oligomerlashdagi qo‘shimcha jarayonlar**

Kislotali katalizatorlarda propilenni oligomerlanishidan, trimerlar, tetramerlar va oz miqdorlarda dimerlar, propilen pentamerlari hosil bo‘lishi bilan amalga oshuvchi asosiy reaksiya oligomerlanish bilan bir qatorda, oligomerning sifat

ko'rsatgichlarini kamaytiruvchi va tarkibini murakkablashtiruvchi ikkita qo'shimcha jarayonlar getero- va gidropolimerlanish ham kuzatiladi.

Olefinlarni geteropolimerlanish reaksiya mahsulotlari nafaqat juft uglerod atomlari salovchi tarkibga, balki dastoalki monomerga nisbatan toq uglerod atomlar saqlovchi tuzilishga ham ega bo'ladi. Izononillar, masalan, butilenlar va amilenlar hosil qilib parchalanadi, bu "parchalar" mo'l miqdorlarda mavjud bo'lgan monomerlar bilan reaksiya kirishadi. Geteropolimerlanish 150 °C dan yuqori haroratlarda amalga oshadi 300 °C dan yuqori haroratlarda amalga oshuvchi gidropolimerlanishda, olefin oligomerlaridan tashqari ko'p miqdorda to'yingan uglevodorodlar – parafinlar, sikloparafinlar, aromatik uglevodorodlar va kam miqdorda di- va poliolefinlar hosil bo'ladi.

Gidropolimerlanishning yoki "tutash" polimerlanish, vodorod ionlarining uzalishi bilan amalga oshadi. Karbokation olefindan vodorod ioninig tortib oladi, olefin karbokationi va parafin hosil bo'ladi. Olefin karbokationlari di- va poliolefin qotishmalar manbai bo'lib, oligomerlanish katalizatorlarini zaharlaydi

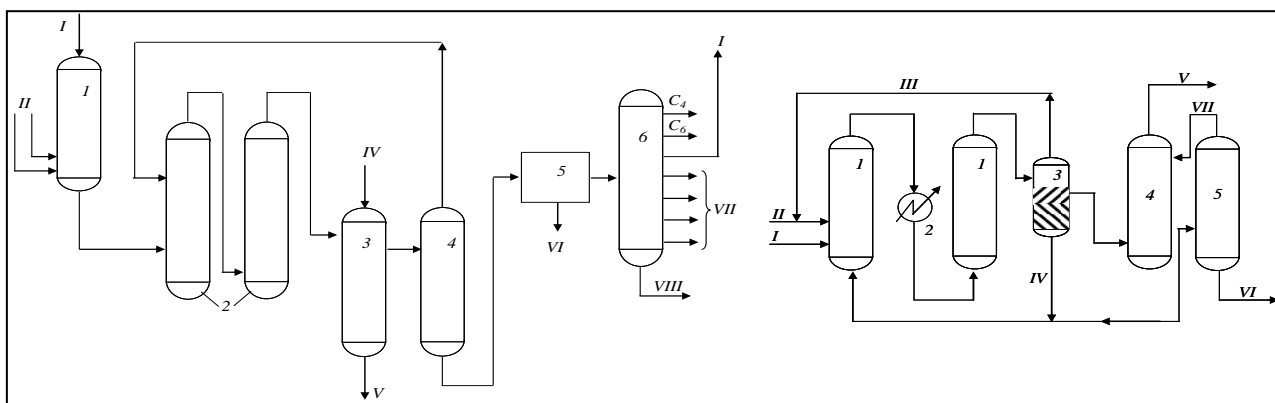


Fosfat kislotasi ishtirokida astalik bilan 100 °Cda amalga oshuvchi "haqiqiy" oligomerlanishdan 290-300 °Cda boradigan tutash reaksiyalarga o'tadi. Kislotaning konsentratsiyasining yuqori bo'lishi tutash polimerlanishning amalga oshishi uchun optimal sharoitlar yaratadi. Sulfat kislotasi ishtirokida haroratlar chegarasi sezilarli past bo'lib, reaksiya turlari ko'pincha kislotaning konsentratsiyasiga bog'liq; sulfat kislotaning konsentratsiyasi 90 % dan yuqori bo'lganda asosiy reaksiya tutash polimerlanish bo'lib qoladi.

Esso firmasi jarayoni texnologiyasida (1-rasm) katalizator komponentlari erituvchi bilan dastlabki tayyorlash 1-qurilmasida aralashtiriladi va bunda katalitik kompleks hosil qilanadi. Katalizator saqlovchi eritma 2-oligomerlash reaktoriga beriladi, shu erning o'ziga etilen ham uzatiladi. Reaktorlar soni ishlab chiqarish quvvatlari bilan belgilanadi. Oligomerlanish mahsuloti 3-kolonnaga berilib, shu

erning o'ziga reaksiyani to'xtatish uchun stoper beriladi. Stoper sifatida suv, spirtlar, organik kislotalar, gidroksidlar, ishqor yoki ishqoriy er metallari karbonatlari, alyuminiy gidroksididan foydalanish mumkin. Katalizator ajratilib, resirkulyasiyadagi etilen 4-separatorda separatsiyalangandan so'ng, oligomerlar 5-filtrdan o'tkaziladi va qattiq chiqindilardan ajratiladi.

### Etilenni Esso usulida oligomerlanishi texnologiyasi



**1.6-rasm. Esso firmasi usuli bo'yicha etilenni oligomerlanish prinsipial sxemasi**

*I-erituvchi; II-katalizator komponentlari; III-etilen; IV-ishqor eritmasi; V-oqova suvlar; VI-qattiq polimerlar; VII-yuqori alfa-olefinlar; VIII-vosk; 1-dastlabki tayyorlash qurilmasi; 2-reaktor; 3-katalizatorni yuvish kolonnasi; 4-separator (bug'latgich); 5-filtr; 6-rektifikatsiya sistemasi*

So'ngra mahsulotlar rektifikatsiya bo'limiga beriladi,  $\alpha$ -butilen, -1-geksen, resirkulyasiyalangan erituvchi, yuqori olefinlar fraksiyasi va vosk ajratiladi. Resiklga kiritiluvchi mahsulotlar (etilen va erituvchi) mahsus quritishdan o'tkaziladi. Esso firmasi jarayoni o'rtacha molekulyar massasi 70 dan 300 gacha bo'lgan chiziqli  $\alpha$ -olefinlar olish imkoniyatlarini beradi. Olefinlar o'z navbatida 4 tadan 1000 gacha chegaralardagi juft sonli uglerod atomlari saqlaydi. Xuddi shuningdek sxema va shunga yaqin katalizatorlar Mitsui firmasi tomonidan ham foydalanilgan. Bu firma tomonidan titan to'rt xlorid uchlamchi fosfinlar, ketonlar, murakkab yoki oddiy efirlar, nitrillar, aminlar, oltingugurtli organik birikmalar va alyuminiyalkilgalogenidli kompleks katalizatorlari ishlab chiqarilmoqda.

Etilenni titan to'rtxloridi va alyuminiy seskvixlorid bilan o'zaro ta'siridan olingan kompleks katalizatorlar ishtirokida yuqori  $\alpha$ -olefinlar oligomerlanishi ko'rsatgichlari 1.4-jadvalda berilgan. Jarayon mavjud uzluksiz ishlovchi model qurilmalarda amalga oshirilgan.

1.3-jadval

**Etilenni titanalyuminiyli katalizator ishtirokida oligomerlanishi.**

**Konsentratsiya (mol/l):  $TiCl_4 - Al(C_2H_5)_{1,5}Cl_{1,5-0,01}$**

Dastlabki eritmalar konsentratsiyasi, %		Oligomerlanish sharoitlari			Tezligi, g/(l·soat)		CHiziqli $\alpha$ -olefinlarning massa ulushi
$Al(C_2H_5)_{1,5}Cl_{1,5}$	$TiCl_4$	Harorat, °C	Bosim, MPA	Vaqt, min	Reaksiya	YUMB hosil bo'lishi	
Erituvchi – benzol							
0.2	3.5	10	2.0	60.	230	13.0	91.1
0.25	3.2	10	2.0	75	242	13.7	90.5
0.49	0.62	6	2.2	30	160	17.6	70.0
Erituvchi – toluol							
0.21	4.7	10	2.2	60	250	9.0	98.0
0.22	5.0	10	2.4	90	252	5.0	98.8
0.22	5.1	10	2.5	90	254	5.1	98.0
0.42	0.6	-5	2.5	60	102	16.0	50.0

Haroratning -5 dan 10 °C ga oshirilishi bilan reaksiya tezligini 100 dan 250 (g/l·soat) ortishini ko'rsatadi. Asosiy qiynichiliklar qattiq polimerlarning hosil bo'lishi bilan bog'liq. Qattiq polimerlarning hosil bo'lishi dastlabki titan to'rtxloridi konsentratsiyasi bilan bog'liq bo'lib, titan to'rtxloridning konsentratsiyasi 1 dan 3-5 % gacha oshirilishi bilan 16-18 dan 5 g/l·soat gacha o'zgaradi. Qattiq polimerlarning hosil bo'lishiga erituvchining (benzol, toluol) namligi ham katta ta'sir ko'rsatadi. Ko'plab patentlarning mavjudligiga va eksperimental ishlar qilingaligiga qaramasdan etilenni titan to'rtxloridli kompleks katalizatorlarda oligomerlashning sanoat usuli hozirgacha tadbiiq qilinmagan.

Buning asosiy sababi, uzluksiz jarayonni tadbiq qilishga sezilarli ta'sir ko'rsatuvchi polimerlar hosil bo'lishini to'liq bartaraf etishning mukammal tadqiqotlarining yo'qligi bilan bog'lanadi. Bundan tashqari aromatik erituvchilardan foydalanilganda, alkilaromatik birikmalar ham hosil bo'lib, tovar  $\alpha$ -olefinlarning sifat ko'rsatgichlariga salbiy ta'sir etadi. Adabiyotlarda, shuningdek, sirkoniy saqlovchi katalizatorlardan foydalanib mahsulotlar ishlab chiqarishning sanoat miqyoslarida joriy qilingani haqidagi ma'lumotlar yo'q.

### 5. Shell firmasi usuli bo'yicha etilenni oligomerlanishi

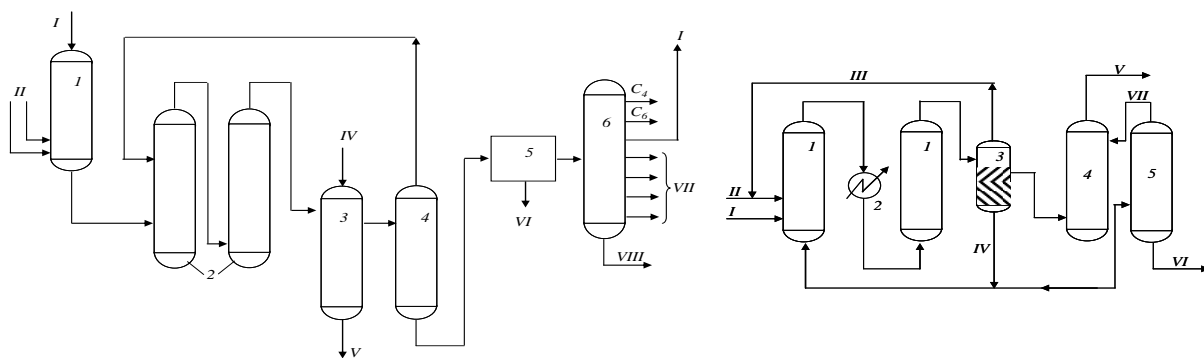
Etilenni o'zgaruvchan valentli metallar asosidagi kompleks katalizatorlar ishtirokida sanoat miqyoslarida oligomerlanishi joriy qilingan birgina amaliy jarayon Shell firmasi jarayonidir. Shell firmasi usulidan foydalanib  $\alpha$ -olefinlar ishlab chiqarish ilk qurilishi yiliga 200 ming tonna quvvatlari bilan AQSH (Geysman, Luiziana) da qurilgan.

Shell firmasi jarayonida qo'llaniluvchi katalizator oligomerlarda erimaydigan qutblangan erituvchilardagi eritmalar holatida qo'llaniladi. Reaksiya etilen va katalizator eritmaları beriluvchi reaktorlar kaskadida ("vaqtlar tanklarida") amalga oshiriladi (1.5-rasm).

*1.4-jadval*

### $\alpha$ -Olefinlarning K-omilning o'sishiga bog'liq taqsimlanishining molekulyar-massga bog'liqligi

K-omil o'sishi	Taqsimlanish, %			
	C <sub>4</sub>	C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>12</sub> - C <sub>18</sub>	C <sub>20+</sub>
0.45	39	51	9	1
0.60	22	50	22	6
0.70	13	40	30	17
0.80	6	26	28	40



**1.7-rasm. Etilenni Shell firmasi usulida oligomerlanish prinsipial sxemasi:**

*I-yangi katalizator; II-etilen; III-resikldagi etilen; IV-resikladjagi katalizator; V-olligomerlanish mahsulotlari; VI-chiqariluvchi katalizator; VII-erituvchi; 1-reaktor; 2-issiqlikalmashtirgich; 3-fazali separator; 4-yuvish kolonnasi; 5-erituvchini xaydash kolonnasi*

Reaksiya katalizator saqlovchi erituvchi fazasida amalga oshiriladi, lekin oligomer hosil bo‘ilish zahotiy o‘q u uglevodorodlar fazasiga o‘tadi. Shunday qilib, jarayon gazsimon va ikki o‘azro erimaydigan suyuq uch fazali sistemada olib boriladi. Reaksiya issiqligi reaksiya oqimni ta’sir bosqichlari oralariga joylashtirilgan 2-issiqlik amashtirgichlar yordamida chiqariladi. Reaktordan chiqishda, oqim 3-separatorga beriladi, bundan gaz holatidagi etilen resiklga qaytariladi. Separatorda ikki suyuq fazalar – resiklga qaytariluvchi katalizator eritmasi va oz miqdor katalizator saqlovchi oligomerlar ajratiladi.

Bu oqim 4-kolonnada erituvchi bilan yuviladi va olingan rafinat ajratishga o‘tkaziladi. Ekstrakt ikki qismga bo‘linadi. Bir qismi reaktorga yo‘naltiriluvchi katalizator eritmasi bilan aralashtiriladi, boshqa qismi esa 5 qurilmada bug‘latiladi. Haydab olingan erituvchi 4 kolonnaga yuvish uchun qaytariladi, qolgan siqmi esa regeneratsiya uchun sistemadan chiqariladi.

Oligomerlanish jarayoni mos ravishda 80 - 120 °S 7 - 14 MPa bosim ostida olib boriladi. Yuqori bosim reaksiya tezligi va sintez qilinayotgan chiziqli  $\alpha$ -olefinlarning talablar darajasida bo‘lishini taminlash uchun zarur bo‘ladi. Mahsulotlarin molekulyar massalari bo‘yicha taqsimlanishi K-omil o‘sishi bilan bog‘liq bo‘lib, olefin mollar soni  $n+2$  uglerod atomlariga nisbiy bog‘liqligi bilan begilanadi, n-uglerod atomlari (n-juft) (2-jadval).



K-omilni boshqarish katalizator tarkibi bilan bog'liq. K-omil nafaqat olefinlarni molekulyar-massali taqsimlanishini, balki tayyor mahsulotning umumiy molekulyar massasini ham belgilab berishi bilan muhim hisoblanadi.

Shell firmasi usulida  $\alpha$ -olefinlarning ajratilishi rektifikatsiya ketma-ketligi bo'yicha  $\alpha$ -butilen,  $C_6 - C_{10}$ ,  $C_{12} - C_{18}$ ,  $C_{20+}$  tartibida amalga oshiriladi.  $\alpha$ -Olefinlar fraksiyasi  $C_{12} - C_{18}$  quyidagi ko'rsatgichlar bilan xarakterlanadi:

1.7-jadval

### $\alpha$ -Olefinlar fraksiyasi $C_{12} - C_{18}$ xarakteristikalar

Massa ulushi, %	$C_4$	$C_6 - C_{10}$	$C_{12} - C_{18}$	$C_{20+}$
Olefinlar jami	99.5	99.5	99.5	99.5
$\alpha$ -Olefinlar	>96	>95	>94.5	>94
Tarmoqlangan	2	3	3.5	4
Ichki	1.5	1.5	1.5	1.5
Parafinlar, ko'p emas	1.5	1.5	1.5	1.5
Diolefinlar, ko'p emas	1.5	1.5	1.5	1.5
Aromatik uglevodorodlar, ko'p emas	1.5	1.5	1.5	1.5

$C_{12} - C_{18}$  olefinlar miqdorini oshirishning muhim usullaridan biri engil va og'ir olefinlar fraksiyasini disproporsiyalashi orqali qayta ishlashdan iborat.

## 6. SABLIN – etilenni oligomerlash bilan $\alpha$ -olefinlar olish usuli (LAOs)

CHiziqli  $\alpha$ -olefinlar (LAO) kimyo sanoatidagi keng doiradagi amaliy masalalar uchun qo'llaniladi. 1990 yillarda Linde Engineering va Saudi Basic Industries Corporation (SABIC) kompaniyalari  $\alpha$ -SABLIN texnologiyasini tadqiq qilish uchun faoliyatlarini birlashtirdilar.  $\alpha$ -SABLIN birinchi texnologiyasi 2009 yilda Saudiya Arabistonida mahsulot chiqara boshladi va shundan buyon loyihalash quvvatlaridan ko'proq mahsulot ishlab chiqarmoqda. Linde va SABIC kompaniyalari o'zaro samarali aloqalarini mustaxkamlab, 1-geksen (LAO OP)

ishlab chiqarish texnologiyasini joriy qilish bo'ycha jadal tadqiqotlar olib bormoqdalar.

$\alpha$ - **SABLIN** jarayonining muhim xususiyatlari va o'ziga hos tomonlari quyidagilar:

- reaksiya sharoitlarining mukammalligi;
- bir bosqichli gomogen katalitik reaksiya ekanligi;
- nazorat qilib bo'lmaydigan reaksiyalardan sistemali himoyaning mavjudligi;
- mahsulotlarni taqsimlashda yuqori tanlovchanlikning mavjudligi;
- selektivlikning yuqoriligi va mahsulotlarni o'ta yuqori reaktifikatsion ajratishsiz toza olish imkoniyatlarining mavjudligi;
- yuqori rentabillik;
- $\alpha$ -**SABLIN** qurilmasi uchta asosiy reaktor bloki, katalizator dezaktivatori va ajratish blokidan iborat;
- reaktor bloki:  $\alpha$ -**SABLIN** reaktori saqlaydi;
- $\alpha$ -**SABLIN** jarayoni katalizator sifatida Zr(IV)-karboksilat va sokatalizatorlar sifatida alyuminiy alkillarning maxsus komponentlari saqlaydi;
- etilenni oligomerlanishi chiziqli  $\alpha$ -olefinlarga (**LAO**) o'tishi barbotajli kolonna tipidagi reaktorlarda 20 - 35 boar bosim ostida 50 dan 100 °C haroratlarda olib boriladi. Erituvchi toluol va erituvchidagi katalizator komponentlari suyuq fazaga uzatiladi.

Etilen reaktorning pastki qismiga gaztaqsimlagi moslama orqali purkanadi. Og'ir suyuq  $\alpha$ -olefinlar (**LAOs**) reaktorning pastki qismidan erituvchi va katalizator bilan bilan chiqariladi.

**LAO** oligomerlanish reaksiyalari ekzotermik jarayonlar hsioblanadi. Reaksi boruvchi barcha issiqlikalmashtirgich yuzalari cho'kmalar hosil bo'lishi tufali ifloslangan bo'ladi.  $\alpha$ -**SABLIN** jarayonida bu muammo etilen bilan issiqlikning chiqarilishi orqali bartaraf etiladi. Sovituvchi vosita sifatida oligomerlanish **LAO** reaktorida etilendan foydalanilish  $\alpha$ - **SABLIN** texnologiyasining o'ziga xosligini belgilab beradi.

Ajratish bloki:  $\alpha$ - **SABLIN** jarayoni mahsulotlarini ajratish

Oligomerlanish mahsulotlari (**LAO**) va erituvchi reaktor blokidan so'ng ajratish bloki ichida amalga oshiriladi. Ajratish tizimida faqatgina standar distillyasiya texnologiyasidan foydalaniladi. Katalitik sistemaning yuqori selektivligi tufayli, qo'shimcha mahsulotlar va chiqindalarni ajratishda murakkab rektifikatsion tizimlarning qo'llanilishi talab etilmaydi.

#### *Nazorat savollari*

1. Oligomerlanish mahsulotlarining respublika kimyo sanoati rivojida ahamiyati.
2. Oligomerlar ishlab chiqarishni joriy qilishning isteqlollari.
3. Shell firmasi usuli bo'yicha etilenni oligomerlanishi
4. SABLIN – etilenni oligomerlash bilan  $\alpha$ -olefinlar olish usuli

#### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Wittcoff, Harold. Industrial organic chemicals.—2nd ed. / Harold A. Wittcoff, Bryan G. Reuben, Jeffrey S. Plotkin. p. cm. Includes index. 2004. 686 p.
2. Jeremy Dry, Bryce Lawson, Phuong Le, Israel Osisanya, Deepa Patel, Anecia Shelton. Vinyl Chloride Production. Capstone Design Project. Spring 2003. Chemical Engineering -University of Oklahoma. – 81 r.

## **2–ma’ruza:Yuqori molekulari birikmalar ishlab chiqarishdagi strategik resurslar va ular asosida innovatsion polimer mahsulotlari ishlab chiqarish texnologiyalari.**

### **Reja:**

1. Polietilen ishlab chiqarishning an’anaviy texnologiyalari.
2. SKLEARTECH texnologiyasi bo‘yicha turli markali polietilen olish.
3. Turli texnologik usul va jarayonlarda olingan polietilenning xossalari

**Tayanch iboralar:***Polimer, monomer, zveno, segment, makromolekula, konformatsiya, egiluvchanlik, yuqori elastiklik, polidisperslik, molekula-massaviy taqsimlanish, blokda polimerlash, emulsiyada polimerlash, suspenziyada polimerlash, eritmada polimerlash, ikki aralashmagan suyuqliklar chegarasida polimerlash, katalizatorlar, sokatalizatorlar, yuqori zichlikli polietilen, quyi zichlikli polietilen, Reaktorlar sistemasi, zamonaviy texnologiyalar, innovatsion texnologiyalarni O‘zbekistonga kirib kelish sabablari.*

### **1. Polietilen ishlab chiqarishning an’anaviy texnologiyalari**

Hozirgi kunda zamonaviy innovatsion texnologiyalarning yaratilishi polimerlar ishlab chiqarish texnologiyasining bosqichma-bosqich rivojlanishi maxsuli xisoblanadi. Ushbu fikrni hozirgi kunda ishlab chiqarilayotgan barcha polimerlarni (230-240 million tonna yiliga) sal kam yarmini tashkil etadigan polietilen misolida tushuntirishga xarakat qilamiz.

Etilenni birinchi marotaba polimerlanishini A.M.Butlerov tadqiq qilgan. Past molekulari polietilenni birinchi bo‘lib 1884 yilda Gustavson sintez qilgan. Ko‘pgina olimlarning izlanishlariga qaramay uzoq yillar molekula massasi 500 atrofidagi past molekulari suyuq polietilen olingan.

Sanoatda yuqori molekulari polietilen olish 1937 yilda Angliyada etilenni yuqori bosimda polimerlash usuli bilan amalga oshirilgan. Polimerlanish 180-200°C da 50 MPa bosim ostida olib borilgan.

1952 yilda Sigler va Natta tomonidan kashf qilingan katalizatorlar yuqori molekula massali qattiq polietilenni, oddiy atmosfera bosimi yoki kichik bosim ostida olish imkonini berdi. Bu katalizatorlar ishtirokida olingan etilen to'raligicha polimerga o'tishi aniqlandi. Sanoatda uchetilalyuminiyni to'rtxlorli titan bilan kompleksi, bu turdagi katalizatorlarni ko'plab ishlatiladigani hisoblanadi.

1950 yillarning o'rtasida "Fillips" (AQSH) firmasi etilenni juda yuqori bo'lmagan bosim (3-7 MPa) ostida polimerlovchi yangi katalizatorlar yaratdi. Bu katalizatorlar o'zgaruvchan valentli metallarni oksidlaridir. Masalan, alyumosilikatlar yuzasiga o'tqazilgan xrom oksidi shu usulda polimerlovchi katalizatorlarning eng ko'p tarqalganidir. Bu katalizatorlar ishtirokida etilenni polimerlanishi 130-170°S da 3.5-7 MPa bosim ostida inert uglevodorodlar (pentan, geksan, oktan) muhitida olib boriladi. Hosil bo'ladigan polietilen o'z xususiyatlari bilan Sigler-Natta katalizatorlari ishtirokida olingan polietilenga o'xshaydi.

Fillips jarayonini yangi-yangi katalizatorlar ishtirokida va sharoitlarda o'tkazilishi ishlab chiqilgan bo'lib, bu jarayonlar umumiy nom - "o'rtacha bosimda polimerlash" nomi bilan ataladilar.

Avvalgi asrning 70 yillaridan boshlab polietilen olishning yuqori samarali usullari ishlab chiqildi. Bu jarayonlardan biri bo'yicha past bosimli polietilenni gaz fazasida, silikat tashuvchilarga o'tkazilgan xrom birikmali katalizatorlar ishtirokida 2.2 MPa bosimda va 85-100°C haroratda ishlab chiqariladi. Yuqori samarali jarayonlarni ikkinchisi gaz fazasida muallaq qatlamda xrom birikmalari asosidagi o'ta samarali katalizatorlar ishtirokida 0.68-2.15 MPa bosimda va 100°C haroratda chiziqli polietilen ishlab chiqarishdir (Yunipol jarayoni). Ikkala jarayon ham bir xil dastgohlarda o'tkaziladi.

1980 yillardan boshlab polietilen keng miqyosda «Skleartech» texnologiyasi deb nomlangan yangi texnologiya asosida ishlab chiqarila boshlandi.

«Skleartech» («Sclairtech») texnologiyasi Kanadada Dyu-Pon kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, ushbu texnologiya birinchi marotaba Sarniya shaxrida ishga tushirilgan. «Skleartech» texnologiyasida polimerlanish jarayoni reaktorlar sistemasida siklogeksan erituvchisi muhitida 17Mpa bosimda, 300°C

xaroratda va Sigler-Natta kompleks katalizatorlari ishtirokida amalga oshiriladi. Bu texnologiyaning o'ziga hosligi shundaki, ushbu texnologiya bo'yicha sintez qilingan polietilen har hil zichlikka va strukturaga ega bo'ladi. Shuning natijasida bu texnologiya bo'yicha chiziqsimon past zichlikli (LLDPE), chiziqsimon o'rta zichlikli (MDPE), va chiziqsimon yuqori zichlikli polietilen (HDPE) turlarini ishlab chiqarish mumkin. Yangi texnologiyada polimerlanish reaksiyasi katta tezlikda borganligi sababli, reaktorlarning hajmi uncha katta bo'lishi shart emas, chunki monomerni polimerga aylanishi uchun bir necha daqiqa etarli.

Hozirgi vaqtda sanoatda polietilen olishning quyidagi usullari keng qo'llanilmoqda.

Etilenni yuqori bosimda (150-350 MPa) initsiatorlar ishtirokida (kislrorod, organik peroksidlar) kondensirlangan gaz fazasida 200-300°C da polimerlash. Olingan polietilen 916-930 kg/m<sup>3</sup> zichlikka ega bo'ladi. Bunday polietilen yuqori bosimli polietilen (YUBPE) yoki past zichlikli polietilen (PZPE) deb ataladi.

Etilenni past bosimda (0.2-0.5 MPa), 80°C da organik erituvchilar muhitida, metallorganik katalizatorlar ishtirokida polimerlash. Olingan polietilen 959-960 kg/m<sup>3</sup> zichlikka ega bo'ladi. Xromorganik katalizatorlar ishtirokida etilenning polimerlanishi 2.2 MPa bosim, 90-105°C haroratda erituvchilarsiz gaz fazasida o'tkaziladi. Bunday polietilen 950-966 kg/m<sup>3</sup> zichlikka ega bo'ladi. Bu usullarda olingan polietilen past bosimli polietilen (PBPE) yoki yuqori zichlikli polietilen (YUZPE) deb ataladi.

Etilenni o'rtacha bosimda (3-7 MPa), 150°C da erituvchilarda, o'zgaruvchan valentli metallarning oksidlari ishtirokida polimerlash. Olingan polietilen 960-970 kg/m<sup>3</sup> zichlikka ega bo'ladi. Bunday polietilen, o'rtacha bosimli polietilen (O'BPE) deb ataladi.

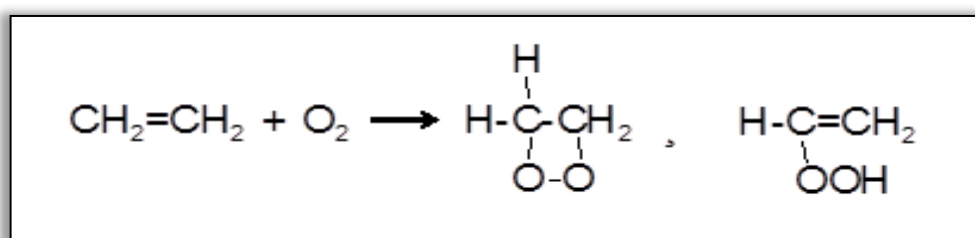
Etilenni «Skleartech» texnologiyasi bo'yicha (17Mpa), 300°C da erituvchilarda, Sigler-Natta katalizatorlari ishtirokida polimerlash. Olingan polietilen 918kg/m<sup>3</sup> dan 965kg/m<sup>3</sup> gachan zichlikka ega bo'ladi. Bunday polietilen, chiziqli polietilen deb ataladi.

### 1.1. Yuqori bosimli polietilen (past zichlikli)

Sanoatda yuqori bosimli (YuBPE) polietilen etilenni 200-280°C da 150-300 MPa bosim ostida kondensirlangan gaz fazasida radikal polimerlanish initsiatorlari ishtirokida polimerlab olinadi. Olingan polimer 920-930 kg/m<sup>3</sup> zichlikka, 80000-500000 o'rtacha massaviy molekulyar og'irlikka va 50-65% kristallik darajasiga ega bo'ladi.

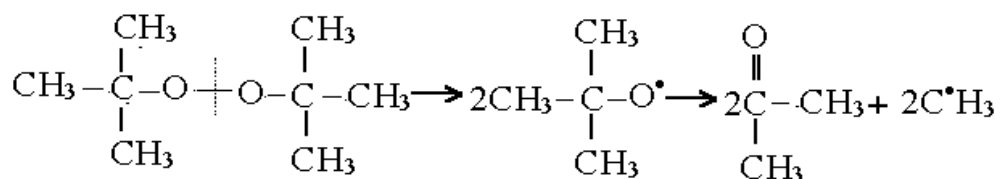
Polietilenning zichligini hamda zanjirning uzunligini polimerlanish sharoitini o'zgartirish va reaksiya ketayotgan muhitga har xil qo'shimcha moddalarni (vodorod, propan, izobutan, spirtlar, aldegidlar, ketonlar) kiritish bilan o'zgartirish mumkin.

Katta bosim ta'sirlanayotgan molekulalarni yaqinlashishiga va reaksiya ketayotgan muhitni gomogenligini oshirishga olib keladi. Polimerlanish reaksiyasi katta miqdordagi issiqlikni ajralib chiqishi bilan ketadi (96.4 kDj/mol yoki 3.7 MDj/kg); adiabatik qizdirishda etilen konversiyasining 1% ga ortishi reaktordagi haroratni 12-13 gradus ortishiga olib keladi. Yuqori molekulyar polietilen faqat etilenning yuqori konsentratsiyasi muhitida hosil bo'lganligidan polimerlanish reaksiyasi etilenni zichligini va demak konsentratsiyasini atmosfera bosimi sharoitidagiga nisbatan 450-500 barobar katta bo'lishini ta'minlab beradigan yuqori bosimda olib boriladi. Polimerlanish jarayoni monomerni kondensirlangan fazasida kislord yoki radikal polimerlanish initsiatorlari ishtirokida o'tkaziladi. Etilen kislorod bilan o'zaro ta'sirlanganda uning peroksid yoki gidroperoksid birikmalari hosil bo'ladi.

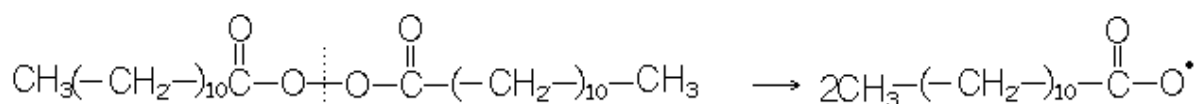


Issiqlik ta'sirida beqaror peroksid bog'i -O-O- gomolitik parchalanib  $\bullet\text{OCH}_2\text{-CH}_2\text{O}\bullet$  va  $\text{CH}_2\text{-CHO}\bullet$  bi- va monoradikallarini hosil qiladi. Hosil bo'lgan erkin radikallar etilenni polimerlanishini initsirleydilar.

Iniatsiatorlar sifatida organik peroksidlar ishlatilsa, muayyan haroratlarda ular parchalanib, ikkita erkin radikal hosil bo'ladi. Masalan, di-tretbutilperoksidning parchalanishi quyidagicha amalga oshiriladi.



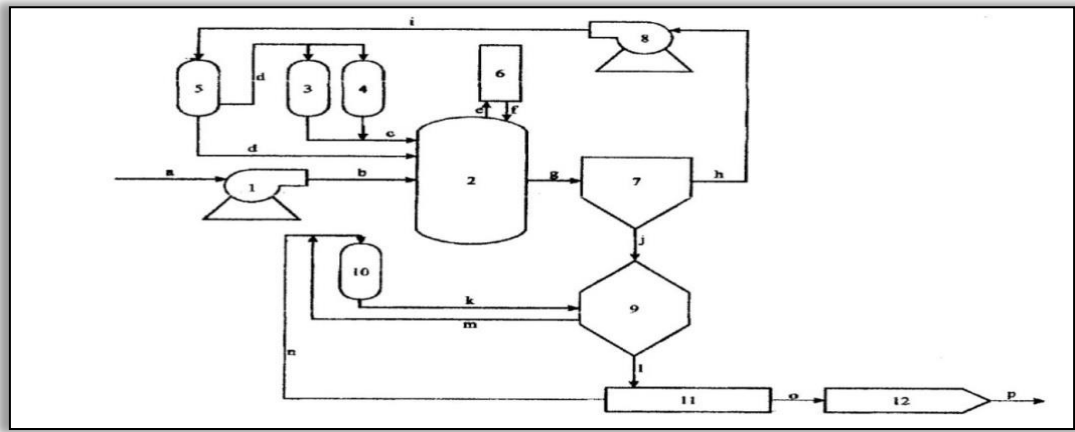
Lauril peroksidi ham shu yo'sinda parchalanadi.



Iniatsiatorlarning parchalanishidan hosil bo'lgan erkin radikallar ( $\text{R}\bullet$ ) monomerlar bilan reaksiyaga kirishib faol markaz hosil qilganliklaridan, ular polimer makromolekulasi tarkibiga kiradilar va demak polimerlanish jarayonida sarf bo'ladilar. Shunga qaramasdan etilenni polimerlanish reaksiyasini boshlab berish uchun juda kam miqdorda iniatsiator kerak bo'ladi. Masalan, iniatsiator sifatida ishlatiladigan kislorodni konsentratsiyasi reaksiya muhitida 0.002-0.008% ni tashkil etadi.

Etilenning poimerlanishini samaradorligi polimerlanish reaksiyasini tez ketishi, hosil bo'layotgan polietilenning xususiyatlari va monomerni bir marotaba reaksiya muhitidan o'tishidagi polimerga aylanish darajasi bilan bog'liq. Polimerga aylanish darajasi esa, o'z navbatida harorat, bosim, iniatsiator konsentratsiyasi va monomerni reaktorda bo'lish vaqtiga bog'liq.





## 2.1-Rasm. Yuqori bosim ostida polietilen ishlab chiqarish texnologiyasi.

1-birlamchi kompressor, 2-ikkilamchi kompressor; 3- reaktor; 4- yuqori bosim separator; 5,6- past bosim separator; 7,8-sovutgich; 9-ekstruder<sup>1</sup>.

Haroratning ko‘tarilishi bilan polimerlanish tezligi va monomerni polimerga aylanish darajasi ortadi, lekin polimerning molekula massasi kamayadi. Haroratning ko‘tarilishi bilan polietilen makromolekulasi tarkibidagi qo‘shbog‘larning miqdori va ularning tarmoqlanishi ortadi.

Bosimning oshirilishi esa, polimerlanish tezligini va monomerni polimerga aylanish darajasini, polimerni molekula massasi, zichligi hamda fizik-mexanik xususiyatlarini orttiradi.

Etilenning polietilenga aylanish darajasini oshirish maqsadida ko‘pincha reaksiya ketayotgan muhitga ozgina initsiator qo‘shilsa, reaksiyon hajmdan olinayotgan polietilen miqdorini oshirishga erishish mumkin.

## 1.2. Quvur ko‘rinishidagi apparatda yuqori bosimli polietilen ishlab chiqarish.

Sanoatda ishlatiladigan quvurli polimerlovchi reaktorlar, quvur ichida quvur tipidagi ketma-ket ulangan issiqlik almashgichlardan iboratdir. Reaktor quvurlari o‘zgaruvchan diametrli bo‘ladi (50-75 mm). Quvurlarning bir xil bo‘limlari retubrent yoki kalach deb nomlanuvchi massiv ichi bo‘sh plitalar yordamida biriktiriladi. Quvur va kalachlar bir-biri bilan ketma-ket biriktirilgan qobiq bilan

o‘ralganlar. Etilenni qizdirish hamda ajralib chiqayotgan issiqlikni ortiq qismini reaksiya muhitidan olib chiqib ketish uchun issiqlik tashuvchi sifatida 190-230°C li o‘ta qizdirilgan suv ishlatiladi. O‘ta qizdirilgan suv quvurli reaktor qobig‘iga reaksiya massasi hamda etilen harakatiga qarama-qarshi tomondan yuboriladi. Yuqori haroratli o‘ta qizdirilgan suv quvur devorlarida polimer pardasini hosil bo‘lishini oldini olish maqsadida ishlatiladi.

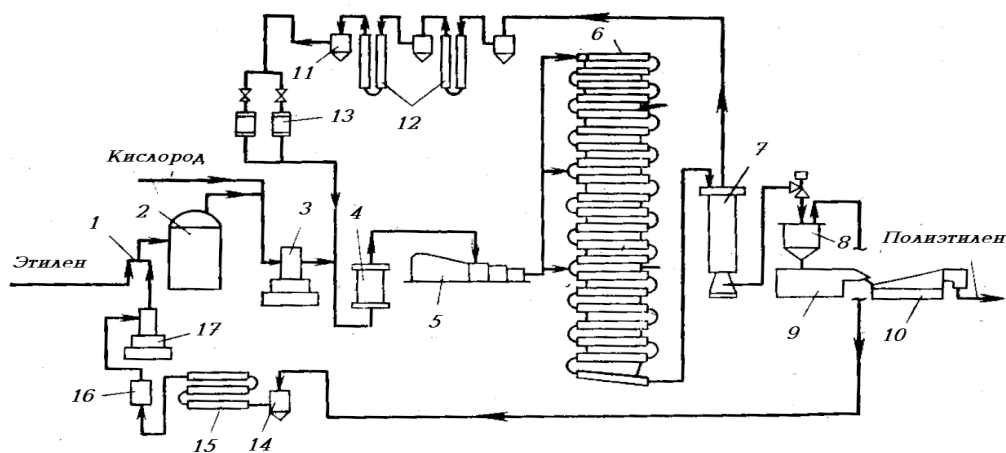
Reaktorda bir xil haroratni ushlab turish, hamda ajralib chiqayotgan issiqlikni uzluksiz olib chiqib ketish maqsadida, reaktorning uzunligi bo‘yicha turli bo‘limlariga qo‘shimcha etilen va initsiator kiritib turiladi. Ko‘p bo‘limli reaktorlar bir bo‘limli reaktorlardan anchagina unumli bo‘ladilar. Bir bo‘limli reaktor reaksiya harorati 300°C gacha bo‘lganda etilenni bir marotabalik reaktordan o‘tishida uni 15-17% ini polimerga aylantiradi. Ikki bo‘limli reaktorda ushbu haroratda etilenni 21-24% i polimerga aylanadi. Uch bo‘limli reaktorda esa (birinchi bo‘limga 50%, ikkinchi va uchinchi bo‘limlarga 25% dan etilenni initsiator bilan aralashmasi kiritiladi) etilenni polimerga aylanish darajasi 26-30% gacha ko‘tariladi. Reaktorning bo‘limlarini yanada ko‘paytirish ishlab chiqarish unumdorligini oshirmaydi. Bir xil xususiyatlarga ega bo‘lgan polietilen olish uchun reaktor bo‘limlarida doimo bir xil haroratni ushlab turish zarur.

Reaktorni ishlab chiqarish unumdorligi uning katta-kichikligiga bog‘liq bo‘lganligi sababli, hozirgi vaqtda turli uzunlikdagi va diametrdagi quvurlardan yasalgan quvurli reaktorlar ishlatilayapti. Katta quvvatli reaktorlarda quvurlarning uzunligi 1000 m va undan ham ko‘proq bo‘ladi. Yuqori bosimli polietilen olishning quvvati hozirgi vaqtda yiliga 75 ming tonnaga etadi.

Yuqori bosimli polietilenni quvurli reaktorda ishlab chiqarish texnologik jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat: yangi etilenni qaytma gaz va kislorod bilan aralashtirish, gazni ikki marotaba siqish, etilenni kondensirlangan fazada polimerlash (etilenni zichligi 400-500 kg/m<sup>3</sup>), yuqori bosimli polietilenni va ta’sirlanmagan etilenni ajratish, ajratilgan etilenni yangitdan jarayonga qaytarish, polietilenni granulalash. Kerak bo‘lganida granula olishdan avval polietilenga

bo‘yoq, barqarorlovchi va to‘ldirgichlar qo‘shilib, keyin suyuqlanma holdan granularlarga aylantiriladi.

2-rasmda quvurli reaktorda yuqori bosimli polietilenni uzluksiz usulda olishni umumiy sxemasi keltirilgan.



2.2-Rasm. Gaz fazasida yuqori bosimli polietilenni ishlab chiqarish jarayonining sxemasi:

1-kollektor; 2-past bosimli etilenni aralashtirgichi; 3-birinchi kaskad kompressori; 4-yuqori bosimli etilenni aralashtirgichi; 5-ikkinchi kaskad kompressori; 6-quvurli reaktor; 7-yuqori bosimli ajratgich; 8-past bosimli ajratgich; 9-granulalovchi jixoz; 10-tebranma elak; 11,14-siklonli separatorlar; 12,15-sovitgichlar; 13,16-filtrlar; 17-dastlabki siklsh kompressori

Gazlarni ajratish sexidan yangi etilen 0.8-1.1 MPa bosim ostida kollektorga (1) va undan keyin aralashtirgichga (2) kelib tushadi. Bu erda u past bosimli qaytma etilen bilan aralashtiriladi. Bu aralashmaga kislorod qo‘shilib birinchi kskaddagi uch pog‘onali kompressorga uzatiladi va bu erda 25 Mpa bosimgacha siqiladi. Etilen har pog‘onada siqilganidan keyin sovitgichlarda sovitilib, separatorlarda yog‘dan ajratiladi va undan keyin aralashtirgichga (4) uzatiladi. Bu erda u ajratgichdan (7) kelayotgan yuqori bosimdagi qaytma etilen bilan aralashtiriladi. Keyin aralashma ikkinchi kaskaddagi ikki pog‘onalik kompressorga (5) uzatiladi va bu erda u 245 Mpa bosimgacha siqiladi. Birinchi siqilgan etilen sovitgichlarda sovitilib, separatorlarda yog‘lardan tozalansa, ikkinchi pog‘onada (bosqichda) siqilganidan keyin 70°C da (sovitilmasdan) polimerlash uchun quvurli reaktorni (6) uchta bo‘limiga uzatiladi.

Polimerlovchi-reaktor uch bo‘linmadan tashkil topgan bo‘lib, har bir bo‘limdan oldin ishlatilayotgan initsiator turiga qarab gaz va reaksiya aralashmani 120-190°C gacha isitish uchun issiqlik almashgichlar o‘rnatilgan. Uchinchi bo‘lim oxirida sovitgich o‘rnatilgan bo‘lib, unda reaksiya massasi 200-250°C gacha sovitiladi (sxemada issiqlik almashgichlar va sovitgich ko‘rsatilmagan).

Quvurli reaktorda etilenni polimerlanishi quyidagi sharoitlarda olib boriladi.

2.1-jadval

Harorat, °C	190- 200
Bosim, Mpa	245
Kislород konsentratsiyasi, %	0.002- 0.008
Etilenni bir siklda (aylanishda) polimerga o‘tish darajasi, %	26-30
Etilenni polimerga o‘tish umumiy darajasi, %	95-98

Quvurli reaktordan (6) reaksiyaga kirishmagan etilen polimer bilan aralashma holida reduksiya ventili orqali 24.5-26.3 MPa bosim ostida yuqori bosimli ajratgichga (7) tushadi. Bu erda etilen va polietilen bir-biridan ajratiladi. Ajratgichni yuqori qismidan reaksiyaga kirishmagan etilen siklonli separatorlar hamda sovitgichlarga (12) yo‘naltiriladi. Bu erda etilen bilan birga olib ketilgan polietilen ajratiladi. Keyin etilen sovitiladi va yangi etilen bilan aralashtirish uchun aralashtirgichga (4) va undan siklga qaytariladi.

Suyuqlantirilgan polietilen yuqori bosimli ajratgichning pastki qismidan drosseli ventil orqali past bosimli ajratgichga (8) yo‘naltiriladi. Past bosimli ajratgichda bosim 0.15-0.59 MPa atrofida ushlanadi. Erigan etilen qoldiqlaridan tozalangan 180-190°S polietilen suyuqlanmasi shtutser orqali granulalovchi dastgohlarga (9) yo‘naltiriladi.

Granulalovchi dastgohlarga barqarorlovchi aralashma (fenil- $\alpha$ -naftilamin difenil-n-fenlendiamin bilan) va boshqa qo‘shiluvchi moddalar uzluksiz berib turiladi. Barqarorlovchi bilan aralashtirilgan polietilen granulalashga yo‘naltiriladi. Granulalarni tez sovitish maqsadida granulalovchi shakl tuzsizlantirilgan suv bilan

sovitiladi. 60-70°C gacha sovitilgan polietilen granulalari suv bilan tebranma elakka (10) olib chiqiladi. Tebranma elakka suvdan tozalangan granulalarni quritish maqsadida issiq havo beriladi. Tayyor polietilen qoplarga joylanadi.

YuB polietilen qanday bo'lsa o'shandiq yoki turli ranglarga bo'yalgan holda chiqariladi.

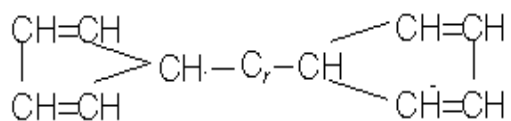
Reaktor devoridan olib chiqilayotgan issiqlik umumiy ajralib chiqayotgan issiqlikning 30% ini tashkil etadi. Bu holat issiqlik almashinish yuzasining chegaralanganligi bilan bog'liq bo'lgan, issiqlik uzatish koeffitsientini nisbatan kichkinaligi bilan aniqlanadi. Shuning natijasida quvurli reaktorda etilenni polietilenga aylanishi 26-30% dan ortmaydi.

Jarayon sharoitlarini o'zgartirish yo'li bilan turli xususiyatlarga ega, zichligi 916-935 kg/m<sup>3</sup>, suyuqlanmasini oqish ko'rsatkichi 0.2 dan 200 g/10 min gacha bo'lgan turli xil polietilenlarni olish mumkin.

### 1.3. Past bosimli (yuqori zichlikli) polietilenni gaz fazasida olish

Past bosimli (PB) polietilen etilenni gazli fazada 2.2 Mpa bosim ostida, 100-105°C haroratda silikat asosga o'tkazilgan xromorganik katalizatorlar ishtirokida polimerlab olinadi.

Katalizatorlar sifatida eng keng tarqalganlari quyidagilardir: faollashtirilgan silikagel yuzasiga o'tkazilgan xromotsen-ditsiklopentadienilxromat



va alyuminiyalkil bilan qaytarilib faollashtirilgan, silikagel yuzasiga o'tkazilgan sililxromat-bis (3-fenilsililoksi) xromat [(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>SiO]<sub>2</sub>CrO<sub>2</sub>.

Polimerlanishda katalizatorlarni faolligi komponentni tozaligi, katalizator o'tkazilgan asosning solishtirma yuzasi, g'ovaklarning hajmi va ularning o'rtacha diametri, xromorganik birikmalarni asos bilan o'zaro ta'siri sharoitlariga bog'liq bo'ladi.

Xromotsen, silikagelda xemosorbsiyalanishi natijasida faollanadi. Polimer zanjirining o'sishi Sigler-Natta katalizatorlari ishtirokidagi polimerlanish mexanizmi bo'yicha ketadi.

SiO<sub>2</sub> yuzasiga o'tkazilgan bis (trifenilsilil) xromatni katalitik faolligi, uni alkilalyuminiy, masalan dietilalyuminiyepoksid [Al(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>] bilan ishlanganda anchagina ortadi.

PB polietilenni olish texnologiyasi quyidagi jarayonlardan tashkil topgan: gazlarni tozalash, katalizatorlarni tayyorlash, etilenni polimerlanishi, polietilenga barqarorlovchi qo'shib granulalash, qoplarga solish.

Etilenni yaxshilab tozalanmasa, u yaxshi polimerlanmaydi va undan tashqari katalizatorni ham tez ishdan chiqaradi. Katalizatorni tayyorlash ancha nozik jarayon bo'lib, bu ishni juda aniqlik bilan amalga oshirish kerak. Bunda birinchi navbatda asos bo'lgan silikat tashuvchi faollashtirib olinadi. Undan keyin xromorganik komponentlar (xromotsen va sililxromat) olish, 6% xromatsen va 6% sililxromatni izopentan muhitida faolashtirilgan silikagel yuzasiga o'tkazish.

Silikagelni yuzasida hosil bo'ladigan gidroksil guruhlar soni va demak xromotsenni ular bilan reaksiyaga kirishib, tashuvchi bilan hosil qilgan kimyoviy bog'lari soni silikagelni faollashtirish sharoitlariga bog'liq bo'ladi. Siklik tuzilishga ega strukturalar hosil bo'lishini oldini olish maqsadida faollashgan silikagel yuzasida kamroq gidroksil guruhleri qolishi kerak. Bunga silikagelni 600-800°C da degidratlash natijasida erishiladi.

Tashuvchi-silikagelni yuqori harorat ta'sirida avvaliga issiq quritilgan havo, keyin esa azot yordamida qaynayotgan qatlamda faollashtiriladi. Faollashtirilgan silikagel kukun ko'rinishida olinadi.

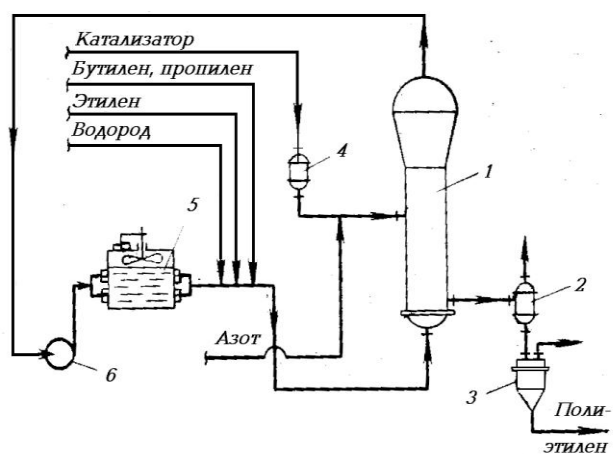
Xromotsenni olish uchun, avvaliga siklopentadien bilan metall ko'rinishidagi natriydan quritilgan tetragidrofuran muhitida 5-10°C da natriy siklopentadienili sintez qilinadi. Ajralib chiqayotgan vodorod azot yordamida puflab chiqarilib turiladi. Natriy siklopentadienili hosil bo'lgan reaktorga 40°C da xromni uch xloridli tuzi qo'shib, haroratni 60°C gacha ko'tarilsa xromotsen hosil

bo‘ladi. Reaktorga quritilgan toluol solinib xromotsenni 5% li eritmasi tayyorlanadi.

Sililxromt to‘rtxloridli uglerod muhitida uchfenilsilanol bilan xrom trioksidini magniy sulfati ishtirokida, 60°C da ta’sir ettirib olinadi. Magniy sulfati ajralib chiqayotgan vodorodni yutish maqsadida ishlatiladi. Reaksiyon muhitni reaksiyaga kirishmagan moddalardan filtrlab tozalab olinadi.

Sililxromatni 70°C da geptanda eritib, 36°C gacha sovitilsa, u toza kristallar holida ajralib chiqadi va 60°C da quritib olinadi.

Xromorganik komponentlarni silikat tashuvchi yuzasiga o‘tkazish maqsadida, aralashtirgichga faollangan kremniy ikki oksidi solinadi va qanday katalizator tayyorlanishiga qarab unga tozalangan izopentan, sililxromat va dietilalyuminiyetoksidning izopentandagi eritmasi, yoki xromotsenni eritmasi bilan tetragidrofuran qo‘shiladi. Tozalab quritilgan katalizator kukun ko‘rinishida idishga tushiriladi va u erdan pnevmotransport yordamida polimerlanish reaktoriga uzatiladi.



2.3-Rasm. Past bosimli polietilenni gaz fazasida ishlab chiqarish jarayonining sxemasi:

*1-polimerlovchi reaktor; 2-ajratgich; 3-puflash idishi; 4-katalizator idishi; 5-havo bilan sovitgich dastgohi; 6-sirkulyasiyalovchi kompressor.*

Past bosimda polietilen olishning prinsipial sxemasi 2-rasmda keltirilgan.

Etilenni polimerlash polimerlovchi-reaktorda (1) o'tkaziladi. Reaktor, pastki qismini diametri 4 m va yuqori qismidagi diametri 8 m (hajmi 140 m<sup>3</sup>), balandligi 25 m bo'lgan kolonnadir. Ana shunday reaktor yiliga 70 ming t polietilen ishlab chiqaradi. Reaktorga 4 chi idishdan tozalangan yuqori bosimdagi azotli pnevmotransport yordamida 80 li kukunsimon katalizator beriladi.

Uzatilayotgan katalizator miqdori rotorli me'yorlagich yordamida o'zgartirib turilishi mumkin. Berilgan molekula massali polimer olish maqsadida reaktorga vodorod kiritiladi, zichlikni o'zgartirishga esa ozgina miqdorda butilen, propilen kabi somonomerlar qo'shish orqali erishiladi.

Etilenning polimerlanishi mavhum qaynashda amalga oshiriladi. Berilayotgan etilenni bir xil taqsimlanishini hamda mavhum qaynash qatlamini hosil qilish uchun reaktorning pastki qismida perforatsiyali panjara o'rnatilgan, tepa qismida esa gaz tezligini kamaytirish va polimer zarrachalarini ushlab qolish uchun kengaytirilgan bo'lim mavjud. Reaksion issiqlik sovitgichlar (5) orqali o'tib aylanayotgan gazlar yordamida chiqarib turiladi.

Gazni aylantirish bir pog'onalik markazdan qochma kompressor (6) yordamida amalga oshiriladi. Hosil bo'layotgan polietilen reaktorning pastki qismida yig'iladi. Etilenni polimerga aylanish darajasi 6 % ni tashkil etadi. Har 6 minutda polietilen reaktordan chiqarib turiladi.

Polimer reaktordan ajratgichga (2) uzatiladi va bu erda reaksiyaga kirishmagan etilendan ajratiladi. Ajratilgan etilen tozalagichdan o'tib reaksiya muhitiga qaytariladi, polietilen esa 3chi idishga tushirilib, u erda inert gaz (azot) bilan puflanadi. Puflangan gaz filtr orqali o'tib, filtrda polietilenning mayda zarrachalari ushlab qolinadi. Keyin polietilen barqarorlovchi qo'shib granulalashga, u erdan esa idishlarga solishga uzatiladi.

Texnologik sxemada katalizator, monomer, somonomer, vodorodlarni avtomatlar yordamida olishva hosil bo'lgan polimerni ham avtomatik tushirib turish ko'zda tutilgan. Bu jarayonda katalizatoridan, erituvchidan, past molekullali polimerdan tozalash ko'zda tutilmagan. Olingan polimer quritilmaydi.



Xromorganik katalizatorlarni ishlatish, 940-950 kg/m<sup>3</sup> zichlikka, tor va keng molekulyar-massaviy bo‘linishga (MMB) ega bo‘lgan polietilen olishga imkon beradi. Bu PE mavjud qayta ishlash usullarining hammasi yordamida qayta ishlanishi mumkin.

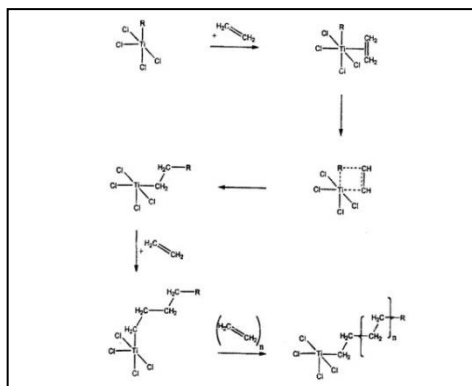
#### 1.4. Suyuq faza va past bosimda (yuqori zichlikli) polietilen olish

Past bosimdagi (PB) polietilen bu usul bilan etilenni 0.3-0.5 MPa bosimda, 70-80°C da, organik erituvchilar (benzin va sh.k.) muhitida polimerlab olinadi. Polimerlanish Sigler-Natta katalizatorlari (dietilalyuminiyxlorigid va titantetraxloridi) ishtirokida olib boriladi. Alkilalyuminiyni titan to‘rtxloridga nisbati 1:1 dan 1:2 gacha olinadi.

Bu katalizator kompleksi havodagi kislorod va namlik ta‘sirida parchalanib ketishi sababli, polimerlanish suvsizlantirilgan eritma muhitida va azot atmosferasida olib borilishi shart.

Sanoatda polietilen Al(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>Cl/TiCl<sub>4</sub> katalitik kompleksi ishtirokida yarim uzluksiz usulda olinadi. Uchetilalyuminiyga nisbatan polimerlanishda dietilalyuminiyxlorigidni ishlatish ancha qulay. Chunki dietilalyuminiyxlorigid oson tozalanadi, ancha arzon va eng muhimi yonish hamda portlashga moyilligi ancha kam.

Past bosimda polietilen ishlab chiqarish texnologik jarayoni (rasm 3) quyidagi bo‘limlardan iborat: katalizator kompleksini tayyorlash, etilenni polimerlash, polimerni yuvish, ajratish va quritish. Ushbu sxema bo‘yicha hamma bo‘limlarda jarayonlar uzluksiz amalga oshiriladi.



#### 2.4-rasm. Polimerlanish mexanizmlari

Katalizator kompleksi 25-50°C da (1) va (2) o'Ichagichlardan uzatilayotgan dietilalyuminiyxlorig bilan tetraxlor titanni benzindagi eritmalarini 3chi aralastirgichda aralastirib olinadi. Olingan kompleks 15 minut ushlab turilgach, 4chi apparatda hisoblagich orqali tushayotgan benzin bilan 1 kg/m<sup>3</sup> konsentratsiyagacha suyultiriladi.

Katalizatorning tayyor suspenziyasi 5chi oraliq idishga uzatiladi va u erdan me'yoriy nasos bilan uzluksiz 6chi polimerlanish apparatiga berib turiladi. Polimerlanish apparatiga rostlagich yoki hisoblagich orqali toza etilenni vodorod bilan aralashmasi ham uzatib turiladi.

Etilenni polimerlash quyidagi sharoitlarda olib boriladi:

2.2-jadval<sup>2</sup>

Harorat, °C	70-80
Bosim, Mpa	0.15-0.2
Benzindagi katalizator konsentratsiyasi, kg/m <sup>3</sup>	1 ga yaqin
Etilenning polietilenga aylanish darajasi, %	98 ga yaqin
1 m <sup>3</sup> apparat hajmidan olinadigan polietilen miqdori, kg	100

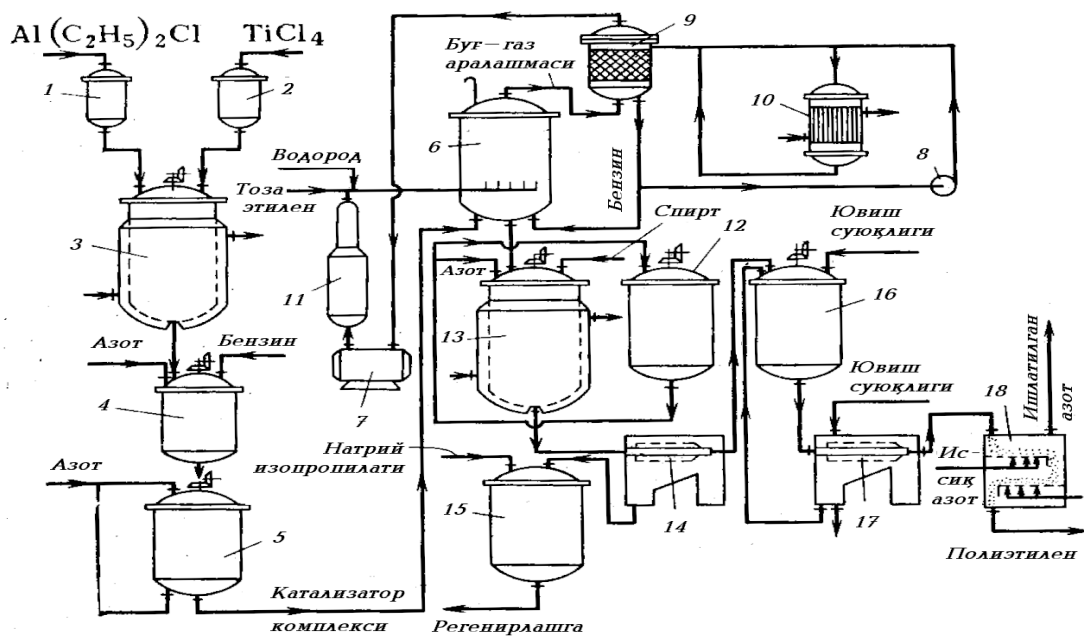
Polimerlanishdan ajralib chiqayotgan issiqlik 345 kDj/kg ni tashkil etadi. Reaktor devorlari polietilenning yopishib qolishi natijasida, issiqlikni yomon o'tkazadi. Shu sababli reaksiyada ajralib chiqayotgan issiqlik gaz puflagich (7) yordamida aylanib turgan etilen-benzinning par-gaz aralashmasi orqali hamda 8chi nasos yordamida aylanib turgan benzin orqali olib chiqib ketiladi. Qizigan par-gaz aralashmasi, 9chi skrubberga uzatiladi va u erda sovuq benzin bilan sovitiladi hamda polimerlanish apparatidan (6) olib chiqib ketilgan polimer zarrachalaridan tozalanadi.

Skрубberdan (9) benzin 8chi nasos yordamida sovitgich (10) orqali yana skрубber va polimerlanish apparatiga qaytariladi. Sovitilgan etilen esa 9chi skрубberdan 11chi gaz ajratgich orqali 6chi polimerlanish apparatiga qaytariladi.

Toza etilenni miqdori polimerlanish apparatidagi bosim yordamida muvofiqlashtirib turiladi.

Polietilenni benzindagi suspenziyasi 13chi apparatga uzatiladi va u erda katalizator qoldiqlarini parchalash maqsadida izopropil spirti bilan ishlanadi.

Katalizator komponentlari alkogolyat ko‘rinishida eritmaga o‘tadi va erituvchi bilan sentrifugaga uzatiladi. Uzluksiz ishlovchi sentrifugada (14) polimer suyuqliklardan ajratib olinadi. Spirt-benzin aralashmasidan iborat suyuqlik esa 14chi sentrifugadan 15chi apparatga uzatiladi va u erda izopropilat natriyni 20%-li eritmasi yordamida neytrallanib regeneratsiyaga beriladi.



**2.5-Rasm. Suyuq fazada past bosimli polietilen ishlab chiqarish jarayonini sxemasi:**

1-dietilalyuminiyxlordni og‘irlik bo‘yicha meyorlovchi; 2-titan tetraxloridini og‘irlik bo‘yicha meyorlovchi; 3-katalizator kompleksi aralashtirgichi; 4-kompleksni suyuqlantirish idishi; 5-oraliq idish; 6-polimerlash apparati; 7-gaz puflagich; 8-markazdan qochma nasos; 9-skrubber; 10-quvir qobiqli muzlatgich; 11-gaz ajratuvchi apparat; 12-suspenziya yig‘uvchi idish; 13-katalizatorni parchalash apparati; 14,17-sentrifugalar; 15-polimerlanishdan chiqqan erituvchini neytrallash; 16-yuvish idishi; 18-qaynash qatlamli quritgich.

Polietilen pastasi 14-sentrifugadan 16chi apparatga uzatiladi va u erda yuviladi. Polimer oxirgi marotaba 17chi sentrifugada regenirlangan erituvchi yoki suv yordamida kul miqdori 0.05% qolgunicha yuviladi va quritishga uzatiladi.

Quritish 18chi uzluksiz ishlovchi quritgichda, qaynash qatlamida issiq azot yordamida, polimer tarkibida 0.1% dan kam namlik qolgunicha amalga oshiriladi. Quritilgan polimer granullanadi va qoplarga solinadi.

Hozirgi vaqtda molekula massasi 2000000 dan 3000000 gacha bo'lgan o'ta yuqori molekula massali PB polietilen ishlab chiqarish ham yo'lga qo'yilgan. Bunday polimerlar suyuq fazada geterogen metalorganik katalizatorlar (Sigler-Natta) ishtirokida etilenni polimerlab olinadi. Yuqori molekularli PB polietilenning zichligi 936-940 kg/m<sup>3</sup> suyuqlanish harorati 133-137°C, zarbiy qovushqoqligi 100-150 kDj/m<sup>2</sup>, egilishdagi qayishoqlik moduli 540-580 Mpa va darz ketishga chidamliligi 500 soatdan yuqori bo'ladi. Bu polietilen kukun ko'rinishida ishlab chiqarilib, undan presslash usulida ishqalanishga va zarbiy ta'sirga chidamli mahsulotlar olinadi.

### **1.5. "FILIPS" firmasi texnologiyasi bo'yicha, o'rtacha bosimda olinadigan (yuqori zichlikli) polietilen**

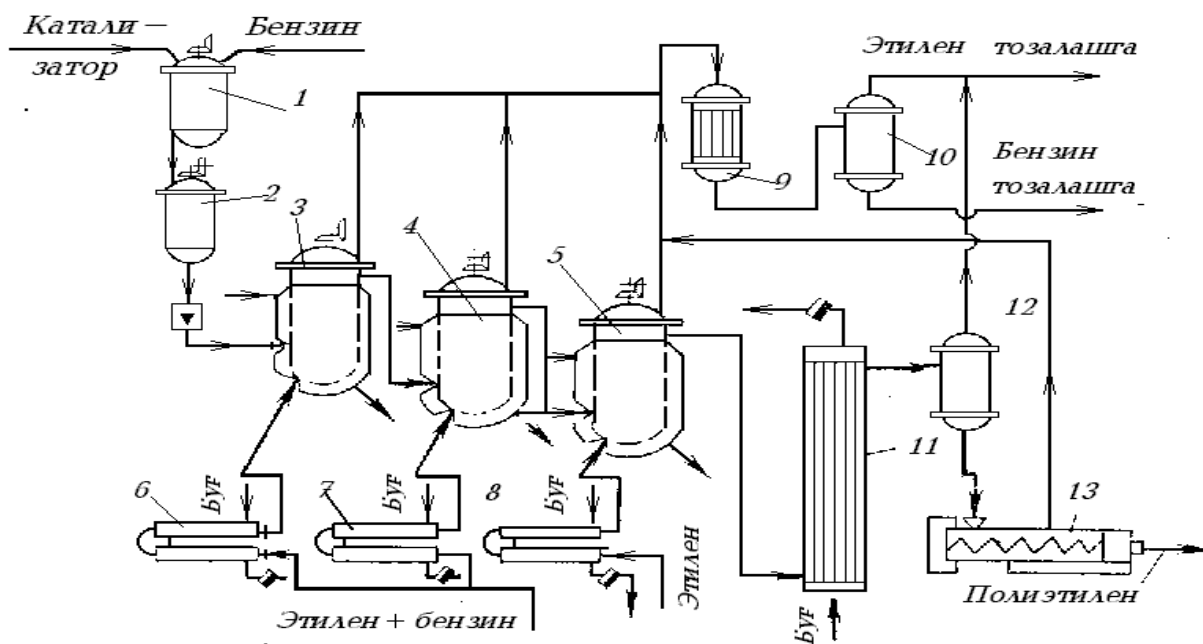
O'rtacha bosimda (O'B) polietilen, etilenni 130-150°C da, 3.5-4 MPa bosimda erituvchi muhitida alyumosilikat yuzasiga o'tkazilgan o'zgaruvchan valentli metall (Cr, Mo, V) oksidlaridan iborat katalizatorlar ishtirokida polimerlab olinadi. Katalizator tashuvchisi sifatida ishlatiladigan alyumosilikatni 75-90% i kremniyni ikki oksididan iborat.

Xrom oksidi asosidagi katalizator, alyumosilikat tashuvchini xrom uch oksidini (CrO<sub>3</sub>) suvdagi eritmasi bilan shimdirib tayyorlanadi. Xrom oksidi bilan shimdirilgan tashuvchi 100-200°C da quritiladi. Xrom oksidlarini optimal miqdori 5-6 % ni tashkil etadi.

Katalizatorni faolligini oshirish maqsadida ishatishdan avval uni 500-550°C da 5 soat davomida quruq havo bilan qizdiriladi. Ushbu sharoitda ishlov berilgan katalizator tarkibidagi 80-90% xrom olti valentli holda bo'ladi. Faollashtirilgan katalizator sovutilib yaxshilab berkitilgan idishda saqlanadi.

O'rtacha bosimda polietilen olishni texnologik sxemasi rasm 4 da keltirilgan. Jarayon quyidagi bo'limlardan iborat: xom ashyolarni (etilen, katalizator, erituvchi) tayyorlash, etilenni polimerlash, polietilen eritmasini

quyiltirish, polimerni ajratish va granullash, katalizator va erituvchini regeneratsiya qilish.



## 2.6-Rasm. Suyuq fazada oʻrta bosimli polietilen ishlab chiqarish jarayoni:

1-katalizator suspenziyasini tayyorlash jihozi; 2-suspenziyani yigʻish jihozi; 3,4,5-polimerlash idishlari; 6,7,8-isitgichlar; 9-sovitgich; 10,12-separatorlar; 11-polietilen eritmasini konsentrllovchi dastgoh; 13-polietilenni granullovchi ekstruder.

Katalizatorni 1-apparatda tayyorlangan benzindagi supenziyasi 2-idishga tushadi va meʼyorlovchi yordamida (3), (4), (5) polimerlovchi idishlarning birinchisiga uzluksiz berib turiladi. Katalizator bilan bir vaqtda ushbu polimerlovchi idishga avvaldan issiqlik almashgichda (6) 120°C gacha qizdirilgan etilen va benzin beriladi. Polimerlovchi reaktorda 140-150°C va 4 Mpa bosimda katalizator ishtirokida etilen polietilenni benzindagi 8%-li eritmasi hosil boʻlgunicha polimerlanadi. Polietilening bu eritmasi isitib turilgan quvurlar orqali, hamda etilenni benzin bilan aralashmasi issiqlik almashgich (7) orqali, ikkinchi polimerlash reaktoriga uzatiladi. Bu erda birinchi polimerlash reaktoriga sharoitlarda polimerlanish, polietilenni eritmadagi konsentratsiyasi 14% boʻlgunicha davom ettiriladi. Reaksiyon aralashma uchinchi polimerlash reaktoriga oʻtkaziladi va bu erda polimerning eritmadagi konsentratsiyasi 18-20%

bo'lgunicha davom ettiriladi. Issiqlik, issiqlik almashgich (8) orqali isitib o'tilayotgan etilen yordamida olib chiqib ketiladi.

Uchchala polimerlash reaktori bir xil konstruksiyaga ega bo'lib hajmi 16 m<sup>3</sup> li avtoklavdan iborat va bu avtoklavlar quvurli aralashtirgich hamda kerakli haroratni ushlab turuvchi qobiq bilan ta'minlangandirlar. Quyida reaktorlarga komponentlarni solish miqdorlari keltirilgan (kg/soat):

Polimerlovchi reaktordan par-gaz aralashmasi, past haroratli sovitish agenti bilan sovitilayotgan kondensatorga (9) uzatiladi. 60°C gacha sovitilgan aralashma 10chi separatorga uzatiladi va u erda ajratilganidan keyin benzin va etilen alohida-alohida tozalagichga yo'naltiriladi. U erdan siklga qaytariladi. Polietilen eritmasi katalizatoridan filtrlab ajratiladi va 11chi konsentrlash dastgohiga o'tkaziladi. Bu erda bosimni 4 Mpa dan 1 Mpa gacha kamaytirish hisobiga benzin bilan erigan etilenni qisman uchib chiqishi natijasida polietilen eritmasi 35% li darajagacha keladi. Bu aralashma 12chi separator-dozatorga o'tkaziladi va bu erda polietilen benzin va etilendan ajratiladi. Polietilen 13chi ekstruderga uzatiladi va bu erda bosimni atmosfera bosimi darajasigacha kamayishi hisobiga qolgan benzin qaynab chiqadi, toza polietilen esa granularlarga aylantirilib sovitiladi va qoplarga solinadi.

### 2.3-jadval

Polimerlanish uchun etilen	1000
Katalizator	1
Issiqlikni olish uchun ishlatiladigan etilen	9000
Benzin	6000

O'rtacha bosimda polietilen olishni yutuqlari sifatida ishlatilayotgan metal oksid katalizatorlarini kam zaharliligi va xavfsizligi hamda bu katalizatorlarni regeneratsiya qilish mumkinligini ko'rsatish mumkin.

Usulni kamchiligi sifatida, polimerni ajratib olish va tozalash bilan bog'liq qo'shimcha jarayonlarni ortishi, hamda erituvchining ko'p xarj bo'lishi va uni regenirlash bilan bog'liq yangi jarayonlarni qiyinligini ko'rsatish mumkin.

**Turli polietilen markalarini xossalari**

Xossalari	HDPE	LDPE	LLDPE
Zichlik g/sm <sup>3</sup>	0.94-0.97	0.91-0.94	0.90-0.94
Kristallanish darajasi, %	62-82	42-62	34-62
Egilish moduli, MPa	145-225	35-48	40-160
CHuzilish moduli, MPa	155-200	25-50	38-130
SHor bo'yicha kattikli	66-73	44-50	55-70
Zarbiy qovushqoqlik, Izo	0.4-4.0	No break	-
Suyuqlanish harorati (0C)	125-132	98-115	100-125
Issiqbardoshlik 0C	80-90	40-44	55-80
Oquvchanlik (cal/g)	38-53	21-37	15-43

**2. SKLEARTECH texnologiyasi bo'yicha turli markali polietilen olish**

Bu texnologiya bo'yicha polimerlanish jarayoni reaktorlarda siklogeksan erituvchisi muhitida 17 MPa bosimda, 300°C haroratda va Sigler-Natta kompleks katalizatorlari ishtirokida amalga oshiriladi. Ushbu texnologiyaning o'ziga xosligi shundaki, texnologiya bo'yicha sintez qilingan polietilen har hil zichlikka va strukturaga ega bo'ladi. Ushbu texnologiya bo'yicha chiziqsimon Past zichlikli (LLDPE), chiziqsimon O'rta zichlikli (MDPE) va chiziqsimon Yuqori zichlikli (HDPE) polietilen turlarini ishlab chiqarish mumkin. Polimerlanish reaksiyasi juda katta tezlikda borishi sababli, reaktorlarni xajmi uncha katta bo'lishi shart emas, chunki monomerni reaktorda polimerga aylanishi uchun bir necha sekund etarlidir (texnologik jarayon aniq bir rejimda ishlaganida bir minutda 270 – 290 kg. polimer ishlab chiqariladi). Ushbu texnologiya bo'yicha olinayotgan polietilenni zichligini berilayotgan somonomer buten-1 ni miqdorini o'zgartirish yordamida, molekul massasi va molekula massaviy taqsimotini esa polimerlanish reaktorlariga uzatilayotgan vodorodni berilish joylari va miqdorini o'zgartirish orqali rostlanadi.

## 2.1. SKLEARTECH texnologiyasi bo'yicha polietilen ishlab chiqarish.

Ushbu texnologiya bo'yicha polietilen ishlab chiqarishning umumiy texnologik jarayoni rasm. 5 da keltirilgan. Jarayon asosan 3 ta bo'limdan tashkil topgan:

**Birinchi bo'lim** polimerni sintez qilish bo'limi bo'lib, bu bo'limda xom-ashyo tayyorlanadi, monomer siklogeksanda eritiladi va polimerlanish o'tkaziladi. So'ngra polimerni katalizatorlardan tozalab, ajratib olinadi (1-14 ).

**Ikkinchi bo'lim** ( retsikl bo'limi) eritmani qayta tiklash bo'limi bo'lib, ushbu bo'limda reaksiyaga kirishmagan xom-ashyo va materiallarni qayta ajratib tozalanadi, ularni toza xolda yana polimerlanish jarayoniga qaytariladi( 15-20).

**Uchinchi bo'limda** polimerni ekstruziyalash, granulaga aylantirish, granulalarni tozalash, quritish, aralashtirish va qadoqlash amalga oshiriladi (21-29)

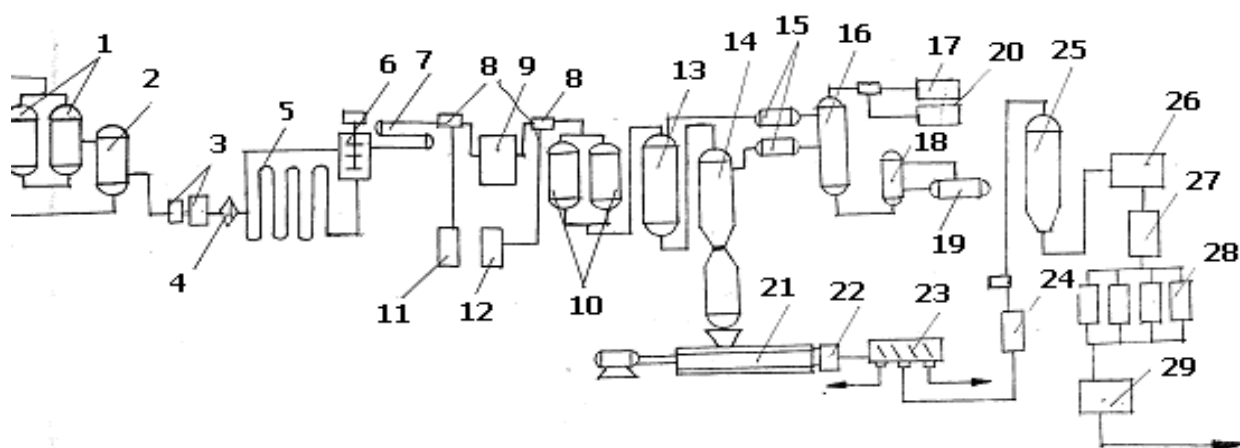
Asosiy erituvchi siklogeksan tozalanganidan so'ng, qaytma somonomer buten-1 bilan aralashtirilib, mahsus nasos orqali sovutuvchi absorberga uzatiladi. Sovutuvchi absorberda toza etilen va buten-1 aralashmasi qaytma erituvchida eritilib, asosiy erituvchida erigan buten-1 bilan aralashtiriladi va bu eritma reaktor uchun "xom-ashyo" eritmasi hisoblanadi.

SKLEARTECH texnologik jarayonida ketma ket joylashgan 3 hil polimerlash reaktorlaridan foydalaniladi:

1. Reaktor №1 – aralashtirgichli avtoklav
2. Reaktor №3 – quvursimon adiabatik reaktor
3. Uchinchi reaktor quvursimon reaktorga o'xshash bo'lib, quvursimon rektordan ancha qisqa bo'ladi va **trimmer** reaktori deb ataladi.

Uchta rektordan turli kombinatsiyalarda foydalanish orqali turli molekula – massaviy taqsimotga, strukturaga va xossalarga ega polietilen ishlab chiqariladi. Buning uchun reaktorlarni uch hil rejimda ishlatiladi:





**2.7-rasm. SKLEARTECH texnologiyasi bo'yicha chiziqli polietilen ishlab chiqarishning texnologik jarayoni sxemasi:**

1,2 – adsorber; 3 – nasos; 4 – o'lchagich; 5 – reaktor №3; 6 – reaktor №1; 7 – Trimmer reaktor; 8 – aralashtirgich; 9 – isitgich; 10 – adsorber; 11 – PG saqlagich; 12 – PD saqlagich; 13 – IPS separatori; 14 – LPS separatori; 15 – kondensator; 16 – LB kolonna; 17 – FE kolonna; 18 – HB kolonna; 19 – RB kolonna; 20 – SM kolonna; 21 – ekstruder; 22 – granulyator; 23 – klassifikator; 24 – isitib beruvchi; 25 – bug'latish kolonnasi; 26 – quritgich; 27 – aralashtirgich; 28 – bunker; 29 – qadoqlash.

**1)Reaktor №1 rejimi** bo'yicha asosiy polimerlanish jarayoni avtoklav reaktorida amalga oshiriladi. Avtoklav reaktorining aralashtirgichi kurakchalar bilan jixozlangan bo'lib, xom-ashyoning asosiy qismi reaktorning tag tomonidan purkab beriladi. Lekin 50% ga yaqin xom-ashyo reaktor aralashtirgichi 4-chi kurakchasi balandligida purkab berilishi mumkin. Katalizator reaktorni tag tomonidan purkab beriladi. Ushbu rejimda reaktor №1 (6) dan oldin turgan №3 (5) quvurli reaktor oddiy quvur vazifasini bajaradi. Chunki quvurli reaktordan xom-ashyo katalizatorsiz o'tadi. Xom-ashyoni me'yorlab, reaktorni turli joylaridan berilishi orqali reaktordagi xaroratni nazorat qilinib, reaktorning tepa va pastki qismidagi farqini 5-40°C bo'lishiga erishiladi. Reaktor№1 da polimerlanish 200-300°C haroratda, 13.4 – 16.9 MPa bosimda amalga oshiriladi. Olinayotgan polietilenni molekulyar massasi xarorat va berilayotgan vodorodni miqdori orqali rostlab turiladi. Polimerni zchlgi esa buten-1 miqdorini o'zgartirish orqali rostlanadi.

Monomer va somomerni polimerlanishi uzluksiz ravishda, siklogeksan eritmasida, aralashtirgichli reaktorda metall kompleks katalizatorlari ishtirokida ketadi. Qoldiq monomer, faol katalizator ishtirokida trimmerda qo'shimcha polimerlanadi va undan so'ng reaksiya massasi faolsizlantiriladi (katalizator faolsizlantiriladi). Bu rejimda olingan polietilen tor molekula-massaviy taqsimotga ega bo'lib, uning "Kuchlanish ko'rsatgichi" 1.15 – 1.37 atrofida bo'ladi.

**3+1 reaktori sistemasi rejimi** o'z ichiga quvursimon (5) va aralashtirgichli reaktorlarni (6) qamrab oladi. Bu rejimda "xom-ashyo" ning bir qismi quvursimon reaktorda polimerga aylansa, ikkinchi qismi to'g'ridan-to'g'ri birinchi reaktorni o'rta qismiga beriladi. Katalizator purkash yo'li bilan quvursimon reaktor(5)ga ham reaktor №1 (6)ga beriladi va u erda xom-ashyo bilan aralashadi. Ikala reaktorda hosil bo'lgan polimer aralashtirgichli reaktorda (6) bir hil aralashma hosil qiladi.

Polietilenni molekula massasi reaktorlardagi xaroratni, vodorod va xom-ashyo miqdorini ikala reaktorga berish nisbatini nazorat qilish orqali rostlab turiladi. Molekula-massaviy taqsimoti esa katalizator tarkibi va uni quvursimon reaktorga kiritish xarorati, hamda etilenni polietilenga shu reaktorda aylanish darajasini nazorat qilish orqali rostlanadi. Ushbu rejim bo'yicha "Kuchlanish ko'rsatgichi" 1.4-1.6 bo'lgan, o'rtacha molekula-massaviy taqsimotga ega bo'lgan polimer olinadi. Ikala reaktorga ham xom-ashyo va katalizator alohida-alohida berilganidan, ikkala reaktor bir-biriga bog'lanmagan holda ishlaydi. Reaktor№1 dan chiqayotgan aralashma trimmerga uzatiladi va bu erda polimerlanish davom ettirilib, etilenni polietilenga aylanish darajasi ko'payadi.

**3) Reaktor 3 → 1 ( uchdan birgacha) rejimi** bo'yicha asosiy jarayon uchinchi (5) quvurli reaktorda olib boriladi. Bu rejimda ikkala reaktor (5 va 6) quvursimon avtoklav ko'rinishida ishlaydi va №1 avtoklavni aralashtirgichi ishlatilmaydi. Xom-ashyo va katalizator №3 reaktorga (5) beriladi. Odatda quvurli reaktorga(5) berilayotgan xom-ashyoning xarorati 120°C dan pastga tushib ketmasligi kerak. Reaktor№3 dan polimer eritmasi reaktor №1 ga o'tadi va u erda polimerlanish davom etadi. Reaktor №1 ga kirayotgan aralashmaning harorati

200°C, chiqayotgan aralashmaning harorati esa 300°C ni tashkil etadi. Odatda quvurli reaktorda 60% etilen polietilenga aylanadi va monomerni polimerga aylanish darajasi reaktor№1 da hamda trimmerda ortadi. Ushbu rejimda sintez qilingan polietilen keng molekula-massaviy taqsimotga ega bo'lib, uning "Kuchlanish ko'rsatgichi" 1.652 ni tashkil qiladi.

Yuqorida keltirilgan barcha rejimlarda polimerlanish tugaganidan so'ng, katalizator tezlikda faolsizlantirilishi kerak, chunki yuqori xaroratda polimerlanishni davom etishi ko'pgina qo'shimcha va yordamchi reaksiyalarni ketishiga va polimerni struktura hamda hossalarni o'zgarib ketishiga olib keladi. Faolsizlantiruvchilar sifatida ikki hil moda ishlatiladi: Birinchi faolsizlantirgich sifatida ishlatiladigan pelargon kislotasi (PG):

$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)-COOH}$  polimer eritmasiga aralashtirgich (8)dan qo'shiladi. Pelargon kislotasi katalizator bilan kuchsiz sovun ligandini hosil qiladi. Ligandni hosil bo'lishi qoldiq katalizator ni isitgich(9) devorida cho'kma hosil qilishini oldini oladi. Ushbu isitgichda polimer eritmasi 285-300°C gacha isitiladi. PG ning suyuqlanish xarorati anchagina past bo'lganligi tufayli faolsizlantiruvchi modda normal ish sharoitida yuqori qovushqoqlikka ega bo'ladi. Shuning uchun PG berilganidan so'ng, isitgichda isitilib, normal oqim ta'minlanadi. So'ngra keyingi aralashtirgichga (8) o'tkaziladi. Bu erda unga ikkinchi faolsizlantiruvchi modda atsetilatseton (PD)  $\text{H}_3\text{C-CO-CH}_2\text{-CO-CH}_3$  qo'shiladi. Ikkinchi faolsizlantiruvchi modda atsetilatseton katalizator qoldig'i bilan xelat modda hosil qiladi va eritma adsorberi (10) da katalizator qoldiqlarini adsorbsiyalanishiga yordam beradi.

Katalizator faolsizlantirilganidan so'ng, uni polimer eritmasidan ajratib olish kerak. Polimer eritmasi adsorberlari (10) faollashtirilgan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bilan to'ldirilgan bo'lib, faolsizlantirilgan katalizatorlarni oddiy filtrlash va fizik-kimyoviy adsorbsiyalash hisobiga ajratiladi.

Katalizator qoldiqlaridan tozalangan 285-310°C harorat va yuqori bosim ostidagi aralashmadan polimerni ajratib olish uchun ajratuvchi separatorlarga uzatiladi. Bu separatorlar ikki hil bo'lib, birinchisi o'rta bosimli IPS (13) , ikkinchisi past bosimli LPS (14), separatorlari deyiladi. O'rta bosimli separatorda

polietilen reaksiyaga kirishmagan etilen va buten-1 dan ajratiladi. Bu separatorada bosim 9-11 MPa dan 3 MPa gacha pasayadi (polimer markasiga qarab).

O'rta bosimli separatoridan chiqayotgan mahsulot 50% atrofida polietilen saqlaydi. Past bosimli separator (14) ikkiga bo'lingan idishdan iborat bo'lib, yuqori qismi 1chi bosqich va past qismi 2chi bosqich separatori hisoblanadi. Ikkala bosqich o'rtasiga filtr o'rnatilgan.

Past bosimli separatorada polietilen siklogeksandan ajratiladi. Separator tagidan chiqayotgan polietilenda siklogeksan miqdori 2% dan oshmasligi kerak. Past bosimli separatorada xarorat 200°C ni, bosim birinchi bosqichda 0.5 MPa, ikkinchi bosqichda 0.07 MPa ni tashkil etadi. Ajralib chiqqan barcha yengil uchuvchi moddalar distilyasiya kolonnalariga (16,17,18,19,20) uzatilib, u yerda tozalangach yana siklga qaytariladi.

Past bosimli separator tagidan polietilen ekstruder (21)ga tushadi va u erda zichlantirilib, granulyator (22) ga uzatiladi. Turli hil qattiq xoldagi qo'shimchalar (antiadgeziv va boshq.) asosiy ekstruderga qo'shimcha ekstruder yordamida uzatiladi. Antioksidantlar, barqarorlovchi moddalar, sirg'anishni oshiruvchi moddalar polimerga suyuq xolatida qo'shiladi. Granulyatorada bir hil kattalikka ega granulalar olinib, suv yordamida klassifikator (23)ga uzatiladi. Klassifikatorada polietilen granulalari qoldiq siklogeksandan tozalanadi. Buning uchun (25) bug'latgichdan chiqayotgan bug' granula yo'nalishiga teskari qilib beriladi va polietilen tarkibidagi siklogeksaknni miqdorini 2% dan 0.05% gacha kamaytiriladi. Yuqori zichlikka ega bo'lgan polietilenni tozalash uchun bug' xarorati 108°C gacha, past zichlikka ega polietilen uchun esa 102-103°C dan oshmasligi lozim. Tozalangan polietilen granulalari quritgich (26)da quritilib, xavo yordamida aralashtiruvchi aralashtirgich (27)ga uzatiladi. Bu erda xavo o'zi bilan engil uchuvchi moddalar, polietilenni 3x3 mm. dan kichik bo'lgan granula va bo'lakchalarini olib chiqib ketadi. Aralashtiruvchida olingan bir hil o'lchamli granulalar bunkerlarga (28) va u erdan qadoqlashga uzatiladi.

### 3. Turli texnologik usul va jarayonlarda olingan polietilening xossalari

Polietilen zichligi 910-970 kg/m<sup>3</sup>, yumshash harorati 110-130°C bo'lgan termoplastik polimerdir. Sanoatda turli usullarda ishlab chiqarilayotgan polietilen bir-biridan zichligi, molekula massasi va kristallik darajasi bilan farqlanadi.

2.5-jadval

Xossalari	Quyi zichlikli polietilen (YUB)	YUqori zichlikli polietilen (PB va O'B)
Zichlik, kg/m <sup>3</sup>	910-930	950-970
Molekula massasi	80000-500000	80000-800000
Kristallik darajasi, %	50-65	75-90

Xossalari va ishlatilish joyiga qarab polietilen bir-biridan zichligi, suyuqlanmasini oquvchanlik ko'rsatkichi, barqarorlovchi qo'shilgan va qo'shilmaganligi bilan farqlanuvchi turli markalar ostida chiqariladi.

2.6-jadval

Xossalari	Quyi zichlikli polietilen	Yuqori zichlikli polietilen
Buzilish kuchlanshi, MPa		
Cho'zilishda	9.8-16.7	21.6-32.4
Egilishda	11.8-16.7	19.6-39.2
Uzilishdagi nisbiy uzayish, %	500-600	300-800
Cho'zilishdagi qayishoqlik moduli, MPa	147-245	540-981
Egilishdagi qayishoqlik moduli, MPa	118-255	636-735
Brinell bo'yicha qattqlik, Mpa	13.7-24.5	44.2-63.8
180° ga egilish soni	3000	1500-2000

Doimiy (statistik) og'irlikni uzoq ta'siri natijasida polietilen deformatsiyalanadi. Quyi zichlikli polietilenni uzoq vaqtli baquvvatlik chegarasi 2.45 MPa, yuqori zichlikli polietilenniki esa 4.9 MPa ga teng. Uzoq vaqt kuchlanish holatida ishlatiladigan polietilen mahsulotlarini yorilish ehtimoli bor. Molekula massasini ortishi, kristallik darajasini va polidisperslikni kamayishi bilan

polietilenni yorilishga chidamliligi ortadi. Polietilenni issiqlik xossalari 2.6-jadvalda keltirilgan.

Polietilen zichligini ortishi bilan uning suyuqlanish harorati ortadi.

2.7-jadval

Xossalari	Quyi zichlikli polietilen	Yuqori zichlikli polietilen
Suyuqlanish harorati, °C	105-108	120-130
Haroratbardoshlik, °C	108-115	120-135
Issiqlik o'tkazuvchanlik, Vt/(m*K)	0.29	0.42
Issiqlik ta'sirida chiziqli kengayish koeffitsienti 0-100°C o'rtasida, 1/grad	$(2.2-5.5) \cdot 10^{-4}$	$(1-6) \cdot 10^{-4}$
Issiqlik ta'sirida hajmiy kengayish koeffitsienti 50-100°C o'rtasida, 1/grad	$(6.0-16.0) \cdot 10^{-4}$	$(5-16.5) \cdot 10^{-4}$
Mo'rtlik harorati (sovuqbardoshlik), °C	-80 dan -120 gacha	-70 dan -150 gacha

Quyi zichlikli polietilendan olingan mahsulotlar 60°C gacha, yuqori zichlikli polietilendan olinganlari esa 100°C gacha ishlatilishi mumkin. Polietilen -70°C da mo'rt bo'ladi va shuning uchun undan olingan mahsulotlar qattiq sovuq sharoitlarida ham bimalol ishlatilishi mumkin.

Polietilen yuqori suvga chidamlilik xossalarini namoyon etadi. Quyi zichlikli polietilen 20°C da 30 kun davomida 0.04%, yuqori zichlikli polietilen esa 0.01-0.04% suv shimadi.

Polietilen yaxshi dielektrik hisoblanadi. Quyida uning elektr xususiyatlari keltirilgan.

Xossalari	Quyichlikli polietilen	YUqori zichlikli polietilen
1 MGs da dielektrik singdiruvchanlik	2.2-2.3	2.1-2.4
Dielektrik yo'qotishning tangens burchagi (1 MGs va 20°C da)	$(2-3) \cdot 10^{-4}$	$(2-5) \cdot 10^{-4}$
Solishtirma elektr qarshiligi sirt, Om	$<10^{14}$	$<10^{14}$
hajmiy, Om*m	$10^{15}$	$10^{15}$
1 mm qalinlikdagi buyumni o'zgaruvchan tokka nisbatan elektr mustahkamligi, kV/mm	45-60	45-60

Yuqoridagilardan ko'rinib turibdiki polietilenni zichligi uning elektr xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi.

Polietilen oddiy sharoitda (xona haroratida) organik erituvchilarda erimaydi. Faqat 70°C dan yuqorida xlorli va aromatik erituvchilarda bo'kadi hamda eriydi. U konsentrlangan kislota, ishqor va tuz eritmaları ta'siriga chidamli.

Konsentrlangan sulfat va xlorid kislotalari polietilenga umuman ta'sir etmaydi, azot kislotasi va unga o'xshash kuchli oksidlovchilar polietilenni parchalab tashlaydi.

Atmosfera, quyosh nurlari ta'siriga va issiqlik ta'sirida oksidlanishga chidamliligini oshirish maqsadida, polietilenga turli xil barqarorlovchilar qo'shiladi.

#### Nazorat savollari:

1. Polimerlarni past molekulyar moddalardan ajratib turadigan asosiy farqlari.
2. Polimerlarni erituvchilarda erishining o'ziga xosligini tushuntiring.
3. Polimerlarning yuqori elastik holati va bu holatni namoyon etish sabablari.
4. Polimerlarni o'rtacha massaviy va o'rtacha raqamiy molekulyar massalarini topish va ularni farqi nimani bildiradi?
5. Polimerlar qanday reaksiyalar yordamida sintez qilinadi? Misollar keltiring.
6. Past bosimda polietilen olish texnologiyasida katalizator miqdori, PE struktura va xossalari ta'siri.
7. O'rta bosimda polietilen olish texnologiyasida katalizator hili, uni kiritilishi.

8. Sigler-Natta katalizatorlari ishtirokida stereoregulyar polimer hosil bo'lish sabablarini reaksiyalarni misolida tushuntiring.
9. Initsiatorlar, katalizatorlar , sokatalizatorlar, rostlagichlar, ingibitorlar nima,ular polimerlanish reaksiyasida qanday vazifani bajaradilar? Misollar bilan tushuntiring.
10. SKLEARTECH texnologiyasidagi uch xil reaktorlar sistemasida olib boriladigan texnologik jarayonlar farqi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Donald G. Baird, Dimitris I. Collias. Polymer Processing: Principles and Design, 2nd Edition. Wiley. SSHA 2014. R. 169
2. John A. Tyrell. Fundamentals of Industrial Chemistry: Pharmaceuticals, Polymers, and Business 1st Edition. Publisher: Wiley. SSHA, 2014. R. 655
3. Andrew J. Peacock. Handbook of Polyethelene structures, properties, and applications, New York, 2000. 3,15,16,43,45,49,55,56,58,59 p.

### **3 – ma'ruza: Yog'ochga ishlov berish va sellyuloza sanoatining strategik resurslari va ular asosida innovatsion mahsulotlar ishlab chiqarish texnologiyalari.**

#### **Reja:**

1. Termoyog'och va uning xossalari.
2. Yoqilg'i briketi, uning xossalariva ishlatilishi.
3. Kuydirilgan biomassa va uning xossalari.
4. Sellyuloza sanoatdagi muammolar va rivojlantirishning innovatsion yo'llari.

**Tayanch iboralar:** *Termoyog'och, termik ishlov berish, suvni o'zidan itarish, chirishga chidamlilik, ekzotik yog'ochga o'xshashlik, sun'iy eskirish ko'rinishi, issiqlik o'tkazuvchanlik; yoqilg'i briketi, "RUF" briketlari, "Nestro" briketlari, "Pin-Kay" briketlari, pelletlar, cho'g'lanib va alanganib yonish; biomassani kuydirish, torrefaksiya, torrefikatsiya, biomassaga ishlov berish, Van Krevelen diagrammasi, H:C nisbati, O:C nisbati, kuydirish o'choqlari.*



## 1. Termoyog‘och va uning xossalari

Termoyog‘och – bu kimyoviy moddalarni ishlatmasdan yog‘ochga termik temperatura va 0,1–0,2 MPa bosimda to‘yingan bug‘ ta‘sirida tabiiy o‘zgarishga uchraydi. Termoyog‘och maxsus germetik kameralarda olinadi (3.1-rasm).



### 3.1-rasm. Termoyog‘och olish uchun maxsus germetik kamera

Xom ashyo sifatida har xil yog‘och turlari - qarag‘ay (sosna), archa (el), oq qayin (bereza), tilog‘och (listvennitsa) va h.k. lar ishlatiladi. Masalan, qarag‘ay termoyog‘ochi o‘zining biologik chidamliligi, rangi va chiroyli teksturasi bo‘yicha ekzotik yog‘och turlariga yaqinlashadi. Tilog‘och termoyog‘ochida zumrad tusli joylar paydo bo‘ladi, oq qayinda tillarang xira yaltiroqlik paydo bo‘lib, uning rangi va fizik-mexanik xossalari yong‘oqqa yaqinlashadi (3.2-rasm).



a)



b)



v)



g)

### 3.2-rasm. Turli termoyog‘och materiallarining ko‘rinishi

a) ochiq atmosfera sharoitida saqlanayotgan termoyog‘och; b) ko‘ndalang kesimdagi ko‘rinishi; v) pol sifatidagi ko‘rinishi; g) termoyog‘ochning gidrofobligi.

Termoyog‘och uylarda tashqi (fasad) va ichki (terassa) qismida qoplama sifatida, hammom va saunalarda ichki qoplama sifatida, hamda namlik tez o‘zgarib turuvchi muhitda ishlatiladi. Ular dereza, eshik, pol, parket, bog‘ mebellari va badiiy shakllari, oshxona mebeli, kater va yaxta qoplamalari sifatida ishlatilishi mumkin (3.3-rasm).



### 3.3-rasm. Termoyog‘ochning binoning turli konstruksiyalarida ishlatilishi

Odatda yumshoq yog‘ochlardan termoyog‘och olinadi va ular asosan tashqi muhitda foydalaniladigan qurilish konstruksiyalari sifatida ishlatiladi. Qattiq yog‘ochlardan termoyog‘ochlar kamroq olinadi, ular faqat rangi va yuzasining sifati bilangina yumshoq yog‘ochlardan ajralib turadi. Ular yopiq xonalarda oshxona mebeli, devor qoplamalari va parket sifatida ishlatiladi.

Termik ishlov berish natijasida yog‘ochning fizik va kimyoviy xossalari o‘zgaradi. Rangi to‘qlashadi, siqilish va cho‘zilishdagi mustahkamligi biroz

kamayadi. Yuqori temperaturalarda ishlov berilsa termoyog‘och chirishga chidamli bo‘ladi, zamburug‘lar rivojlanmaydigan bo‘ladi. Bunday termoyog‘ochlar bemalol nam tuproqda, suv manbalari atrofida ishlatilishi mumkin (3.4-rasm).



a)



b)



v)

3.4-rasm. Termoyog‘ochning turli sharoitlarda ishlatilishi

*a) nam erdagi to‘shama; b) hovuz atrofidagi yo‘lak; v) hammomning ichki qoplamasi va jihozlari.*

Yuqori temperatura ta‘sirida yog‘ochdagi polisaxaridlar parchalanib ketadi, shu sababli ham termoyog‘ochning zamburug‘larga chidamliligi oshadi. Termik ishlov berish natijasida yog‘ochda suv shimmaslik, suvni o‘zidan itarish (gidrofoblik) xususiyatlari paydo bo‘ladi va bu xususiyat oddiy yog‘ochdagidan deyarli 5 barobar yaxshi bo‘ladi. Yog‘ochdagi moddalardagi molekulyar o‘zgarishlar natijasida uning tuzilishi stabillashadi, buning natijasida material namlik ta‘siridabo‘kmaydigan va namligi kamayganda kichraymaydigan bo‘ladi. Buning oqibatida yog‘ochning uzoqqa chidamliligi 15-25 barobar ortadi. Smolalarning chiqib ketishi natijasida yog‘ochning tashqi ko‘rinishi yanada ko‘rkamlashadi. Yog‘ochning rangi butun qalinligi bo‘yicha bir xil tusga keladi. Termik ishlov berish rejimlarini ma‘lum darajada o‘zgartirib yog‘ochga sun‘iy eskirish ko‘rinishini ham berish mumkin, bunday yog‘ochlarning badiiy qimmati yanada ortadi. Yog‘ochning issiqlik o‘tkazuvchanligi yanada kamayadi va uning issiqlikdan himoyalashxususiyatlari yaxshilanadi.

Ushbu texnologiya dunyoda termoyog‘och (termodrevesina, thermowood) nomi bilan keng tarqalgan. 2005 yilda Evroitifoq mamlakatlarida kimyoviy ishlov berilgan yog‘ochga ta‘qiq e‘lon qilingandan so‘ng termoyog‘och ishlab chiqarish

kengaydi. Termoyog'ochdan hozirgi kunda asosan dizaynerlar, arxitektorlar, quruvchilar va mebel ishlab chiqaruvchilar foydalanishadi.

## **2. Yoqilg'i briketi, uning xossalari va ishlatilishi**

Hozirgi kunda Respublikamizda energiya manbalariga bo'lgan ehtiyoj juda katta. Respublikamizning uzoq tumanlari va qishloqlarida qishning sovuq kunlarida issiqlik bilan ta'minlash hozirgi kunning dolzarb masalalaridan biridir. Dunyoda ham, ayniqsa, Evropa mamlakatlarida o'tin, ko'mir, mazut kabi yoqilg'ilar o'rniga yoqilg'i briketlaridan foydalanish tobora ommalashib bormoqda.

Shunisi e'tiborliki, har qanday yog'och o'tin (masalan, tog' terak, oq qayin va h.k.) bir xil namlikda, massa ulushiga nisbatan deyarli bir xil xususiyatga ega bo'ladi. Issiqlik berishidagi farq barcha yog'ochlarda ko'pi bilan 3% gacha bo'ladi. Buning sababi, masalan, terakni zichligi, qarag'ayni zichligiga qaraganda ancha past, shu sababli ularning hajmiga qarabmas, balki massasiga qarab baholash kerak. Namligi 20% bo'lgan oq qayin yog'ochining issiqlik berish quvvati 3600 Kkal/kg ni tashkil etadi, uning zichligi 550 kg/m<sup>3</sup>. Yoqilg'i briketining 1 kilogrammi 4,5 Mkal issiqlik beradi, bu taxminan 2,7 m<sup>3</sup> oq qayin o'tinining issiqligiga to'g'ri keladi.

Odatda kamerali quritishdan chiqqan o'tinlar plyonkaga o'rab qo'yilishi tavsiya etiladi, aks holda ular 1-2 haftada yana avvalgi holatigacha nam tortib qoladi. Yangi qirqilgan, ya'ni tarkibida 50% dan ortiq namligi bo'lgan oq qayinning issiqlik berishi 1930 Kkal/kg ni, ya'ni 1 tonna yoqilg'i briketi 4,5 Mkal issiqlik berishini inobatga oladigan bo'lsak u issiqlik berishi jihatidan 4,24 tonna 50% namlikdagi oq qayinning o'rnini bosa oladi. Umumiy hisobda oladigan bo'lsan nistab 1,57:1 ni tashkil qiladi, ya'ni briket yoqqanimizda 57% mablag' tejab qolinadi.

Yoqilg'i briketlari odatda silindrik yoki to'g'ri to'rtburchakli prizma shaklga ega bo'lib, massasi 500 gr dan 2 kg gacha bo'ladi.

To'g'ri to'rtburchakli prizma shaklidagi briketlar RUF-briketlar deb ataladi (3.5-rasm).



### 3.5-rasm. RUF (“g‘isht”)– turidagi yoqilg‘i briketlari

Bu nom briket ishlab chiqaruvchi jihoz nomidan olingan. RUF-briketlarning shakli xuddi g‘ishtga o‘xshaydi. Bu briketlar gidravlik presslarda yuqori bosimda (300-400 bar) presslab chiqariladi.

O‘lchamlari: uzunligi – 150 mm, eni – 100 mm, balandligi – 60 mm.

Namligi – 8-10%

Zichligi – 1,1-1,2 g/sm<sup>3</sup>.

Issqlik berishi – 4400 kkal/kg dan katta.

Kul miqdori – 1% dan kichik.

Bitta qadoqda 12 dona briket shaffof plyonkaga o‘ralgan bo‘ladi, og‘irligi 10 kg.

Yuqori bosim ostida sovuq presslash usulida ishlab chiqariladi.

Saqlash muddati – 3 yilgacha, pana joyda, yog‘ingarchiliklardan saqlash kerak.

Yoqilg‘i sifatida ishlatiladigan yana bir briket turi pellet deb nomlanib, u mayda granula shaklidagi sochiluvchan holatda ishlab chiqariladi (10.6-rasm).



### 3.6-rasm. Pelletlar

Ular sochiluvchan bo'lganligi uchun pechlarga shneklar yoki pnevmotransportlar yordamida kiritiladi. Yoqilg'i briketlari uchun bunday qo'shimcha qurilmalarning keragi bo'lmaydi. Ular xuddi o'tinlar singari qo'l bilan yuklanadi.

Briketlarning yana bir turi - NESTRO silindrlaridir (9.7-rasm). So'nggi paytlarda silindrik briketlarni hajmini kichiklashtirilib hattoki shaybalar ko'rinishida ham ishlab chiqarilmoqda. Bu esa o'z navbatida briketlarni ham pelletlar kabi shneklar yoki pnevmotransportlar yordamida yuklash imkonini beradi.

Ularning uzunligi 20-380 mm, diametri 90 mm bo'ladi.

Namligi – 8-10%

Zichligi – 0,8-1,0 g/sm<sup>3</sup>.

Issiqlik berishi – 3900-4200 kkal/kg.

Kul miqdori – 1,5%

Har xil qadoqlanadi. Sovuq presslash usulida o'rtacha bosim ostida ishlab chiqariladi. Quruq xonalarda saqlash tavsiya etiladi. Saqlash muddati 1 yilgacha.

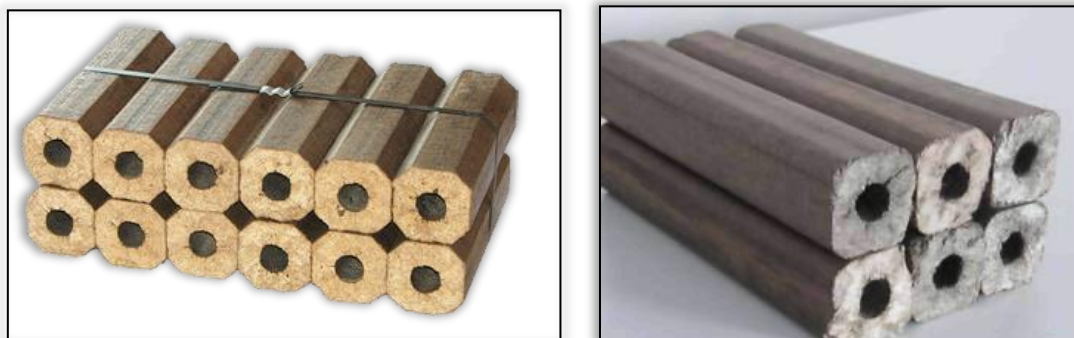


**3.7-rasm. NESTRO silindrik briketlari.**

Silindrik briketlar ko'pincha o'rtasi radial teshikli yoki teshiksiz qilib ham ishlab chiqariladi. Bunday briketlar gidravlik presslarda yoki zarb bilan presslovchi presslarda yuqori bosimda (400-600 bar) ishlab chiqariladi. Bu texnologik jarayonlarning afzalligi shundaki, ishlab chiqarishda qo'llaniladigan texnologik asbob-uskunalar arzon va ishlab chiqariladigan maxsulot narxi ham past bo'ladi. Ularning kamchiligi esa bunday briketlar namlikka unchalik ham chidamli

bo‘lmaydi, shuningdek, ular mexanik ta’sirlarga ham chidamsiz. Bu ularni uzoq masofalarga tashishda noqulayliklar paydo bo‘lishiga sabab bo‘ladi.

Briketlarning yana bir turi bu 4 yoki 6 qirrali Pin-kay -briketlardir (3.8-rasm).



**3.8-rasm. Pin-Kay briketlari (“qalamlar”)**

Ularning o‘rtasida radial teshik bo‘ladi. Briket mexanik shnekli presslarda yuqori bosimda (1000-1100 bar) presslanadi. Presslanayotganda briketlarni sirti issiqlik ta’sirida kuyadi va qorayib qoladi.

O‘lchamlari: uzunligi – 250 mm, diametri – 60-65 mm, teshigining diametri – 15-20 mm.

Namligi – 8-10%

Zichligi – 1,2-1,8 g/sm<sup>3</sup>.

Issiqlik berishi – 4400 kkal/kg dan katta.

Kul miqdori – 1% dan kam.

Oltinugurt miqdori – 0,1% dan kam.

Briketdagi teshik yonayotganda tortilish hosil qiladi, shu sababli majburiy shamollatish shart bo‘lmaydi. Bunday briketlarni tortilishi past bo‘lgan o‘choqlarda yoqish yuqori samara beradi.

Bitta qadoqda 12 dona briket shaffof plyonkaga o‘ralgan bo‘ladi.

Shnekli issiq presslash usulida ishlab chiqariladi.

Saqlash muddati – 5 yilgacha, hohlagan sharoitda saqlash mumkin.

Bunday briketlarning afzalligi shundaki, ular mexanik ta'sirlarga va namliklarga chidamli. Bunday briketlar yuqori kaloriya issiqlik beradi va uzoq vaqt yonadi. Kamchiligi shundaki, ular ishlab chiqarishda ko'p mehnat talab qiladi, bu texnologiya yuqori malakali mutaxassislarni talab qiladi va bu texnologiyada energiya ko'p sarflanadi. Bu yog'och briketlarning issiqlik berish xususiyati 4,5-5 Kvat/kg ni tashkil qiladi. Bunday yuqori issiqlik berish xususiyatiga erishish uchun ular juda zich qilib presslanadi va namlik miqdori 10% dan kam bo'ladi.

Qarag'ay yog'ochidan tayyorlangan briketlar tarkibida smola ko'p bo'lganligi uchun ular yaproqli daraxtlar yog'ochidan tayyorlangan briketlarga qaraganda tez va alanganib yonadi (3.9-a rasm).



a)



b)

**3.9-rasm. Briketlarning alanganib (a) va cho'g'lanib (b) yonish jarayoni.**

Briketlarning yana bir turi – bu 100% po'stloqdan tayyorlangan briketdir. Ular deyarli alanganmasdan, cho'g'lanib yonadi, bu jarayon 10-12 soat davom etadi (3.9-b rasm). Ular odatda doimiy va muntazam issiqlik olish maqsadida ishlatiladi.

Briketlar ishlab chiqarilayotganda ularga hech qanday bog'lovchi modda qo'shilmaydi, ularning mustahkamligini yog'och tarkibidagi lignin moddasi ta'minlaydi. Lignin moddasi yuqori bosim va temperatura ta'sirida erib yog'och hujayralarini, tolalarini bir-biriga bog'laydi.



Yoqilg'i briketlari boshqa qattiq energiya manbalariga nisbatan qator afzalliklarga ega. Ularning bir kilogrami 4,5-5 Kvat energiya beradi bu o'tin, pellet va ko'mirning issiqlik berishiga nisbatan ancha yuqori. Yoqilg'i briketlarini quritish shart emas. Ular yonganda kam tutun chiqaradi, uchqun sachratmaydi ya'ni chatnamaydi, ular uzoq vaqt bir xilda issiqlik berib yonadi. Yoqilg'i briketlarida kul miqdori kam bo'ladi (0,5-1%), ular oxirigacha to'liq yonadi. Ularni tashish va saqlash ham oson, 1 m<sup>3</sup> briket 3-4 m<sup>3</sup> o'tinga teng. Briketlarni tannarxi pelletlarnikidan ham past bo'ladi. Yoqilg'i briketi ishlab chiqarish pelletga nisbatan oson, ularda qo'llaniladigan jihozlar ham arzon bo'ladi. Briketlar yonganda atmosferaga CO<sub>2</sub> gazini boshqa qattiq yoqilg'i turlariga nisbatan kam chiqaradi. Briketlarni saqlash muddati ancha uzoq bo'ladi, ular o'z-o'zidan alangalanish yoki portlash hususiyatiga ega emas.

Yevropada yoqilg'i briketlarini ishlab chiqarish yildan-yilga ko'payib bormoqda. Barcha turdagi yoqilg'ilarda (ko'mir, pellet, o'tin, mazut va h.k.) ishlaydigan pechlar va o'choqlarda briketlarni yoqish mumkin. Germaniyada yoqilg'i briketlari ishlab chiqarish uchun mahsus standart DIN51-731 ishlab chiqarilgan. Mazkur standart talablariga ko'ra briket tarkibida yog'ochdan boshqa hech qanday modda bo'lmasligi shart. Hozirgi vaqtda MDH davlatlarida ham yoqilg'i briketlari ko'plab ishlab chiqarilmoqda. Rossiyada yoqilg'i briketlari asosan export uchun ishlab chiqarilmoqda. Belarusiya va Ukrainada esa briketlarni asosan o'zlari uchun ishlab chiqarishadi. Hatto briketlar avtozapravkalarda va gipermarketlarda ham sotilmoqda.

Yoqilg'i briketini ko'mir bilan taqqoslaydigan bo'lsak, 1 kg ko'mir 4920 Kkal issiqlik beradi, 1 kg yoqilg'i briketi esa undan sal kamroq, ya'ni 4291 Kkal issiqlik beradi. Briket yoqiladigan o'choqlarning foydali ish koeffitsienti 51,83% ni tashkil etadi, ko'mir yoqiladigan o'choqlarniki esa 46,55% ni tashkil etadi. Demak, briket ishlatilganda foydali ish koeffitsienti 5,28% ga oshadi. 1Gkal issiqlik ishlab chiqarish uchun toshko'mirdan 306,9 kg kerak bo'lsa, yoqilg'i briketlaridan 276,1 kg kerak bo'ladi.

### 3. Kuydirilgan biomassa va uning xossalari

Hozirgi vaqtda biomassaga ishlov berish sohasi mutaxassislari o'rtasida katta qiziqish o'yg'otayotgan "torrefaction" (fransuzcha "kuydirish") jarayoni - biomassaga issiqlik bilan asta-sekin dastlabki ishlov berish va tozalash jarayonidir. Ishlov berish harorati 200-350°C oralig'ida bo'lib, bu jarayon xuddi kofe donalarini qovurishdagiga o'xshab ketadi. Kuydirilgan biomassa (3.10-rasm) qattiq energiya tashuvchi bo'lib, biomassa va yog'och ko'miri o'rtasidagi tabiiy xossalari yaxshilangan mahsulot hisoblanadi. 3.1-jadvalda uning afzallik va kamchiliklari keltirilgan.



**3.10-rasm. Tabiiy(kuydirilmagan) yog'och bo'laklari (chapda), ularning kuydirilgan holati: och-jigarrang (markazda) va to'q jigarrang (o'ngda), mos ravishda 260 °C da 8 minut va 285 °C da 16,5 minut mobaynida kuydirilgan.**

## Kuydirilgan yog‘ochning afzalliklari va muammolari

3.1-jadval

Afzalliklari	Muammolari
<p><i>Mahsulotning xossalarining yaxshilanishi:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hajmiy energiya sig‘imi oshadi (zichlik ortishi bilan);</li> <li>• yonish issiqligi oshadi;</li> <li>• tarkibidagi kislorod miqdori kamayadi;</li> <li>• quruq va gidrofob bo‘ladi;</li> <li>• tarkibidagi biologik moddalar kamayadi;</li> <li>• tarkibidagi xlor miqdori kamayadi;</li> <li>• mo‘rtligi ortadi, maydalash xarajatlari va zarrachalarning o‘lchamlari kamayadi, zarrachalarning sirt yuzasi ortadi;</li> <li>• sifati va gomogenligi yaxshilanadi;</li> <li>• kislota ajratmasdan toza yonadi;</li> </ul> <p><i>Tizimning qulayliklari:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gazlashtiriladigan toza yoqilg‘i hisoblanadi;</li> <li>• keng diapazonda aralashtirib yoqish mumkin;</li> <li>• maydalanganidan keyin yoqish uchun uzatish qulay, ishlatilayotgan va yangi turdagi quruq va ho‘l yoqilg‘i yoqiladigan o‘choqlarda foydalanish mumkin;</li> <li>• kuydirish korxonasi yil davomida markaziy isitish tizimini issiqlik bilan ta‘minlaydi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• investitsiya uchun xarajatlar talab etiladi;</li> <li>• joriy xarajatlar sarflanadi;</li> <li>• mahsulot ishlab chiqarishda energiya yo‘qotiladi;</li> <li>• mahsulotning zichligini va sifatini ta‘minlash va saqlash muammosi;</li> <li>• sotib olish, mijozga sotish muammolari;</li> <li>• saqlash muammolari: <ul style="list-style-type: none"> <li>– sotib oluvchi uchun bu ortiqcha;</li> <li>– hidli va changli mahsulot;</li> </ul> </li> <li>• jarayon ham, mahsulot ham to‘liq sanoatlashtirilmagan.</li> </ul>

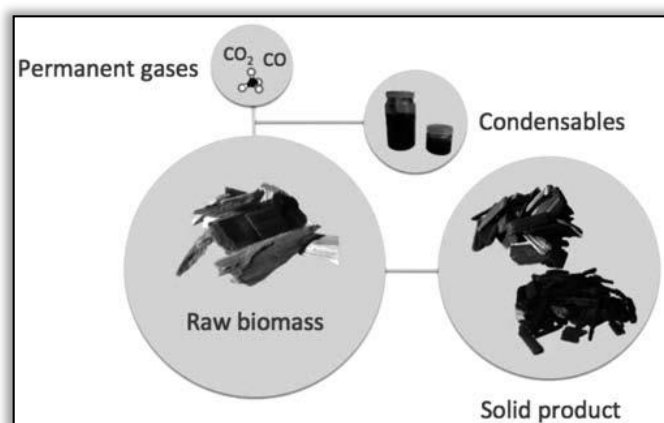
Kuydirish jarayoni ikki marta– 1984 yilda fransuzlar tomonidan va 2002 yilda gollandlar tomonidan “qayta kashf qilingan”. Shu vaqt mobaynida olimlar va muhandislar turli biomassa xom ashyolarini qanday qilib kuydirib foyda olish borasida juda ko‘plab tajribalar orttirishgan. Bu jarayonda odatda kaloriyalilik, gidrofoblik, mo‘rtlik, maydalanish kabi xususiyatlar yaxshilanadi, mahsulot yaxshi hajmiy energiya sig‘imiga ega bo‘lishi va mayda holatda ishlatilishi uchun pellet yoki briket shaklida zichlab chiqarilishi mumkin.

Kuydirish jarayonida biologik moddalar yo‘qotiladi, chirish va o‘z-o‘zidan alanganish xavfi kamayadi, agressiv va tashqi qo‘shimchalar miqdori ham

kamayadi. Biomassaning oxirgi tovar shakli briketlangan ko‘mirga o‘xshab ketadi. Bu esa hozirda ishlatilayotgan va yangi konversiv o‘choqlarda biomassadan foydalanishni ancha yaxshilaydi. Oxirgi yoqish bosqichida kul muammosi mavjud, bu muammoni uni maxsus va samarali yoqilg‘ilar bilan aralashtirish, qo‘shimcha jarayonlarda yuvish yo‘li bilan, shuningdek kuydirish jarayonida xlorini to‘la ajratish yo‘li bilan kamaytirish mumkin.

Nam biomassa 200-350°C temperaturada kam havoli muhitda qizdirilib undan yuqori kaloriyali quruq va sifatli yoqilg‘i olinadi. Kuydirish odatda 0,5-2 soat davom etadi, biroq temperaturani 280-350°C gacha oshirish orqali kuydirish vaqtini keskin kamaytirish mumkin.

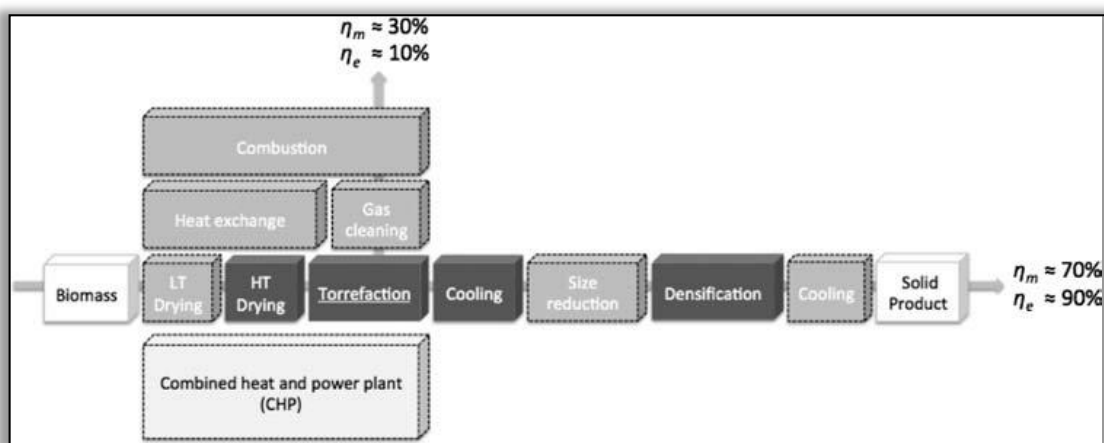
Biomassani kuydirish jarayonida parchalanib ko‘p qismi gazlar holida chiqib ketadi (3.11-rasm).



**3.11-rasm. Kuydirish mahsulotlari sxemasi.**

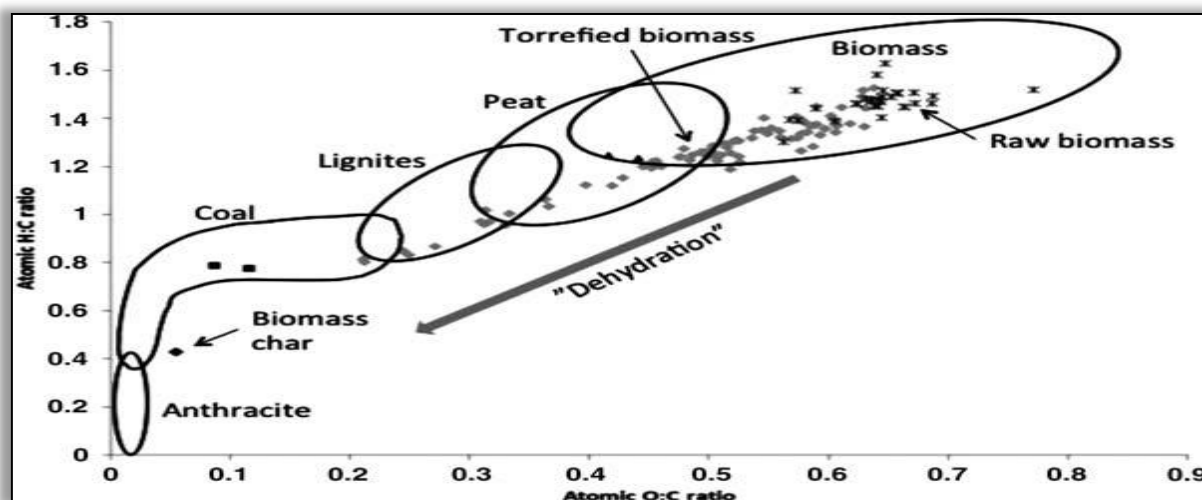
Kuydirish jarayonida gaz mahsulotlari energiyaberilishiga qarab turli miqdordahosil bo‘ladi. Biroq, barcha jarayonlarda 70-90% lik chiqish bilan yuqorikaloriyali yoqilg‘i olinishiga erishiladi.

Kuydirish jarayoni asosan quritish, kuydirish, sovutish va zichlash jarayonlaridan tarkib topadi.



**3.12-rasm. Biomassani kuydirish jarayonlari sxemasi (to‘q rangda asosiy, och rang bilan esa qo‘shimcha jarayonlar ko‘rsatilgan).**

Eng avvalo biomassa quritiladi, bu jarayon hosil bo‘ladigan gazlarning sifatini yaxshilash uchun kerak. Kuydirish jarayonida kislorod va vodorod yo‘qotilishi hisobiga uglerodning nisbiy miqdori ortadi (10.13-rasm).



**3.13-rasm. Van Krevelen diagrammasi (turli quruq yog‘och yoqilg‘ilari tarkibidagi vodorod:uglerod va kislorod:uglerod miqdorlarini ko‘rsatadi).**

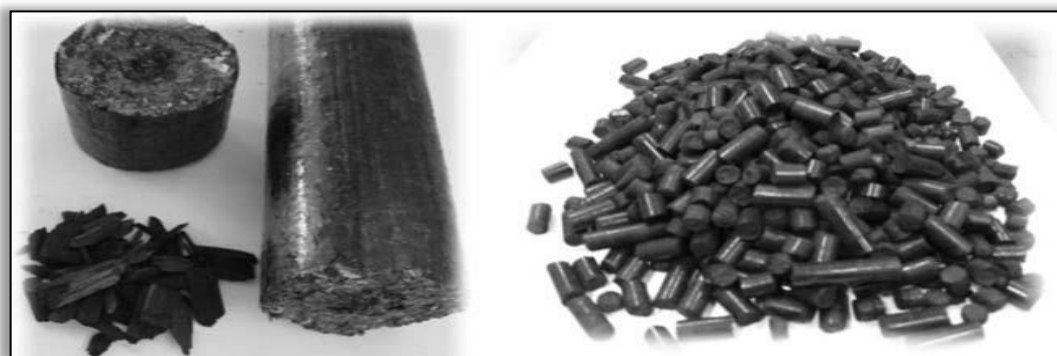
Odatda quruq biomassada vodorod:uglerod nisbati  $H:C=1.4-1.6$  va kislorod:uglerod nisbati  $H:C=0.55-0.75$  oraliqda bo‘ladi. Kuydirish jarayonida namlik bilan birga, kislorod va vodorod ham chiqib ketadi. Shunday qilib, biomassadan piroliz usulida yog‘och ko‘miri olinadi.

Odatdagi kuydirish jarayonida azot kabi kul hosil qiluvchi moddalarning o'zgarishi kuzatilmaydi. Biroq, 300°C dan yuqori temperaturadaxlor ajralib chiqishi haqida 2013 yilda Örberg va Norwaeger kabi olimlar ma'lumot berishgan. Shuningdek, 2011 yilda Jafar va Ahmad lar xlorli ishqor hosil bo'lishi haqida ham ma'lumotlar berishgan.

Qattiq yoqilg'ida kislorodning yo'qotilishi va uglerodning boyitilishi natijasida yuqori yonish issiqligiga erishiladi. 2011 yildagi Chew va Doshi larning tadqiqotlari uning 16.4-26.4 MDj/kg atrofida bo'lishini ko'rsatadi. Kuydirish natijasida biomasaning yonish issiqligi 58% gacha oshishi mumkin. Pelletlarning yonish issiqligi odatda 13-20 GJ/m<sup>3</sup> atrofida bo'ladi.

Tabiiy holatda yog'ochlarda uchuvchan moddalar miqdori 80-88% atrofida bo'ladi, kuydirish natijasida uning miqdorini 1,5-35% gacha kamaytirish mumkin (Chew va Doshi, 2011).

Kuydirilgan yog'och gidrofob modda bo'lganligi uchun uni suv bilan kuldan tozalash g'alati tuyuladi. Biroq, kuydirilgan yog'ochdagi ko'pchilik suvda eruvchan moddalarning chiqarib yuborilishi – bu yaxshi g'oya. Buning oqibatida mahsulot namligini va oqova suvlarni yo'qotish muammosi ham paydo bo'ladi.

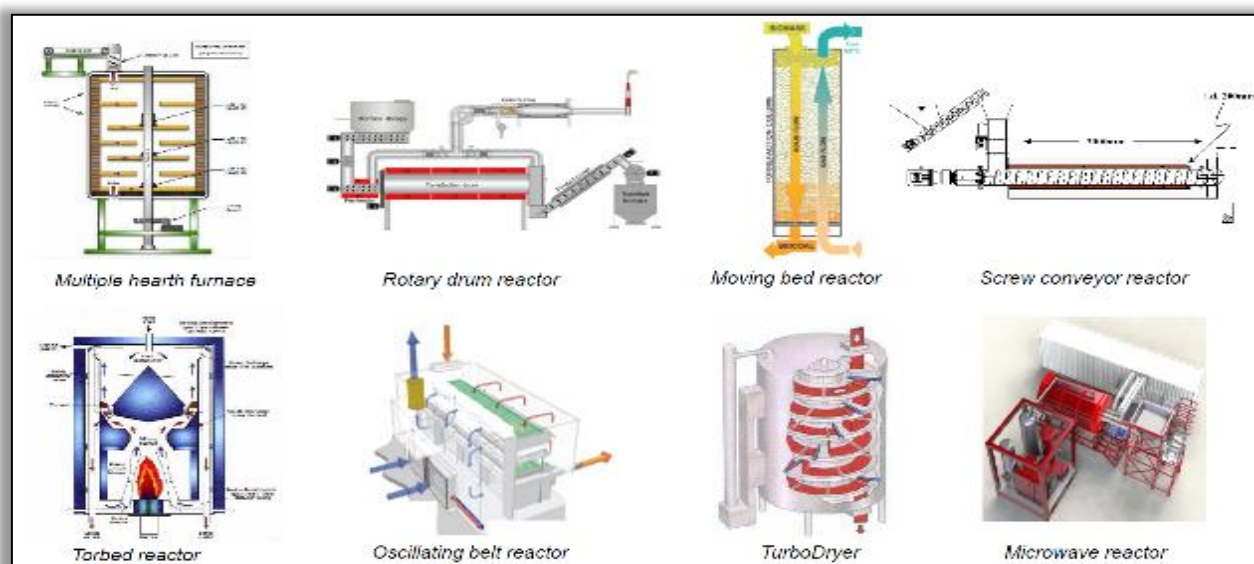


**3.14-rasm. Kuydirilgan yog'och, uning zichlangan briketlari (chapda) va pelletlari (o'ngda).**

Kuydirilgan yog'och zichlanib mahsulot holiga keltirilmaguncha uni to'liq samarali material deb bo'lmaydi. Odatda maydalangan yoqilg'ilar yoqish uchun qulay pellet yoki briket holiga keltiriladi (3.14-rasm). Bu jarayonda turli

briketlovchi presslar, vintli ekstruderlar, valli presslar, tabletkalovchi presslar qo‘llanilishi mumkin.

O‘tgan o‘n yil ichida ko‘plab olimlar va muhandislar yagona samarali texnologiya yaratish maqsadida birlashib harakat qildilar va ko‘plab jihoz ishlab chiqaruvchilarning talablarini inobatga olgan holda kuydirish usullarini ishlab chiqishdi (3.15-rasm).



### 3.15-rasm. Kuydirish reaktorlari:

- Multiple hearth furnace – ko‘p shnekli kuydirish o‘chog‘i;
- Rotary drum drier – barabanli quritkich;
- Moving bed reactor – tubi harakatlanadigan reaktor
- Screw conveyer reactor – vintli konveyerli reaktor
- Torbed reactor – Torbed reaktorlari
- Oscillating bed reactor – tebranadigan tubli reaktor
- Turbo driver – Turbo haydovchi reaktor
- Microwave reactor – mikroto‘lqinli reaktor

**Kuydirilgan biomassa quyidagi xom ashyolardan ishlab chiqarilishi mumkin:**

- yog‘och biomassasi (chiqindilari);
- qishloq xo‘jalik chiqindilari;
- qog‘oz-plastik chiqindilari;

Kuydirilgan biomassani purkash usulida aralash yoquvchi suv isitish tizimlarida yoqish, gaz ishlab chiqarish tizimlarida qo‘shimcha gazlar olish, pellet va briket shaklida yoqiladigan suv isitish tizimlarida yoqib foydalanish mumkin.

#### **4. Sellyuloza sanoadagi muammolar va rivojlantirishning innovatsion yo‘llari**

**Sellyuloza** -biologik sintez asosida, tabiatda doimo sintez qilinib turiladi. Sellyulozaning qator kompleks fizik-kimyoviy xossalarini qadim zamonlardan o‘rganila boshlangan. Bu turli maqsadlarda qo‘llanilayotganligini ifoda etadi.

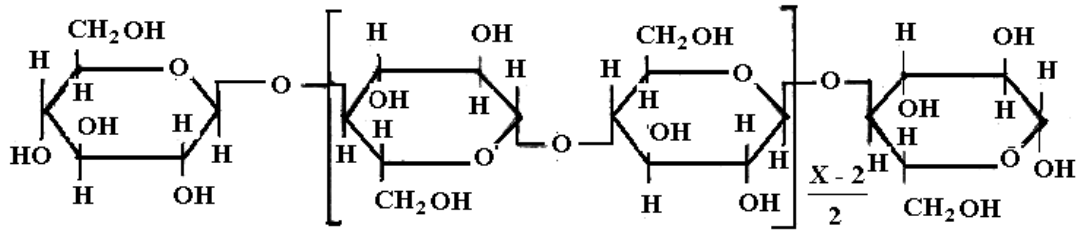
Tabiatda sellyuloza kimyoviy tolalar (viskoza, mis ammiakati va pardasimon mahsulotlar), yog‘och massasi – karton, qog‘oz, turli plastmassalar, efirlaridan tutunsiz porox va shunga o‘xshash mahsulotlar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi.

**Sellyulozaning kimyoviy tarkibi va tuzilishi.** Sellyuloza molekulasining elementar zvenosi angidro  $\beta$  – D – glyukozadan tashkil topganligi tajriba asosida har tomonlama mukammal o‘rganilgan. Uning tuzilishi quyidagilar bilan xarakterlanadi:

1. Sellyuloza to‘liq gidrolizlanganda 96 – 98 % atrofida  $\beta$  –  $\alpha$  – glyukoza hosil bo‘ladi.
2. Har qaysi sellyuloza molekulasidagi elementar zvenosi uchtadan gidroksil gruppaga tutadi. Ulardan bittasi birlamchi, ikkitasi esa ikkilamchi hisoblanadi.
3. Birlamchi gidroksil gruppaga 6-uglerod atomida bo‘lib, ikkilamchisi ikkinchi va uchinchi uglerod atomida joylashgandir.
4. Sellyuloza molekulasidagi elementar zveno yopiq zanjir (siklik) tuzilishga ega bo‘lib, piran halqasimon ko‘rinishda bo‘ladi.
5. Sellyuloza molekulasidagi elementar zvenolar o‘zaro glyukozid bog‘ hosil qilib birikadi. Birikish birinchi va to‘rtinchi uglerod atomlari orasidagi gidroksil gruppalar hisobiga sodir bo‘lgandir.

**Sellyuloza kimyoviy tuzilishining asosiy shartlari.** Sellyuloza molekulasining tuzilishi quyidagi ko‘rinishda ifoda qilinadi:

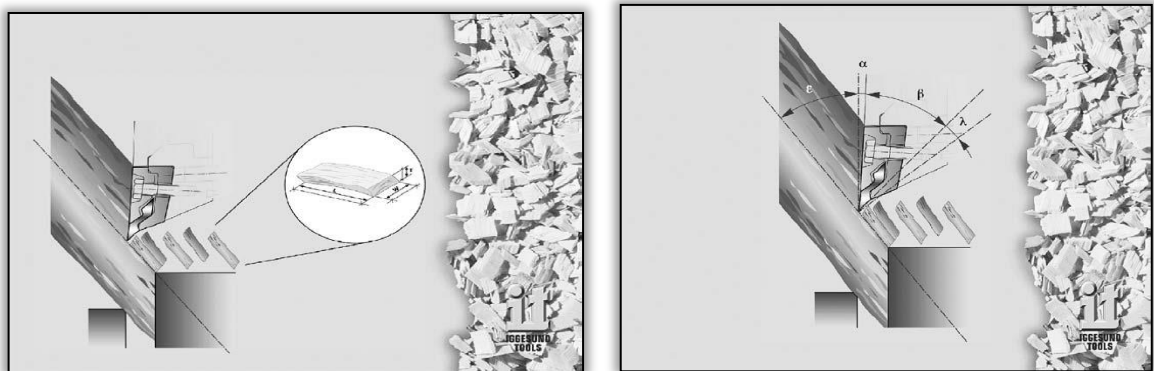
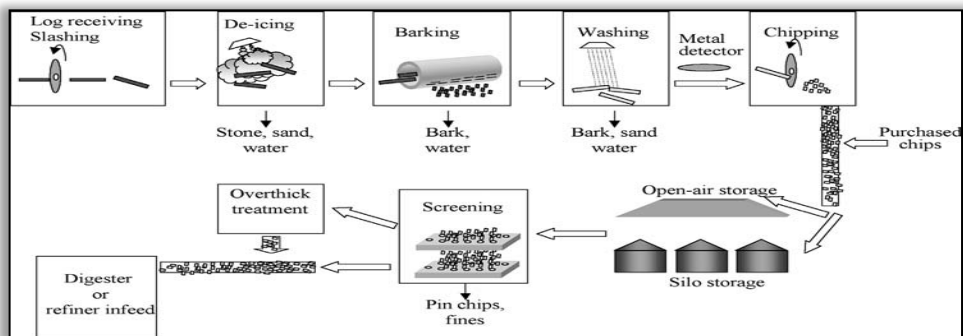




Tabiiy sellulozaning molekulyar og'irligi juda aniq emes. Lekin kimyoviy qayta ishlash uchun sellulozaning polimerlanish darajasi  $SP = 1000 - 1500$ , uning o'rtacha molekulyar og'irligi 162000 bo'lgan mahsuloti qo'llaniladi.

Sellyulozani quyidagi oddiy  $(S_6N_{10}O_6)$  yoki gidroksidi alohida  $[C_6H_7O_2(OH)_3]_x$  ajralib ko'rsatilgan holda emperik formula ko'rinishida yozib ifodalash mumkin.

**Figure 2.1.** Handling of wood at the pulp mill<sup>3</sup>



The dimensions of wood chip (Iggesund Tools©)<sup>4</sup>.

example: bark content of stemwood (<math>D < 60 \text{ cm}</math>) = 8 %	
barking degree 90 % bark content on log after 90 % bark removal = 0.8 % 60 % of stemwood to lumber 40 % of stemwood in slabs	barking degree 80 % bark content on log after 80 % bark removal = 1.6 % 60 % of stemwood to lumber 40 % of stemwood in slabs

Calculation example of bark in sawmill chips after decrease in barking degree at sawmill<sup>5</sup>.

### Nazorat savollari:

1. Termoyog‘ochni olish usullari va rejimlarini aytib bering.
2. Termoyog‘och xom ashyosi sifatida qanday yog‘och turlari ishlatiladi?
3. Yog‘ochga termik ishlov berish qanday fizik o‘zgarishlarga olib keladi?  
Buning natijasida yog‘ochda qanday noyob xossalar paydo bo‘ladi?
4. Termoyog‘ochning asosiy xossalarini sanab bering.
5. RUF-briketlari qanday olinadi?
6. Pelletlar deganda nimani tushunasiz?
7. NESTRO silindrik briketlarining xossalarini aytib bering.
8. Pin-kay briketlarini ta’riflab bering.
9. "RUF" briketlari, "Nestro" briketlari, "Pin-Kay" briketlarini o‘zaro taqqoslang.
10. Biomassani kuydirish qanday jarayon hisoblanadi? U qay tartibda amalga oshiriladi?
11. Kimyoviy qayta ishlatishga mo‘ljallangan sellyuloza olish uchun paxta momig‘ining qaysi tipi ishlatiladi?
12. Paxta va yog‘och sellyulozalarning polimerlanish darajasidagi o‘rtacha farqlarni tushuntirib bering
13. Nima uchun sellyulozaning molekulyar massasi polidispers hisoblanadi?
14. Sellyuloza alfa, betta va gamma sellyulozalarga ajratilgan. Bu sellyulozalar bir biridan qaysi ko‘rsatkichlari bilan farq qiladi?

15. Texnik sellyulozaning asosiy xossalarini misol yordamida tushuntiring.
16. Sellyulozaning zichlanish qobiliyati qaysi xossalariga bog'lik?

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. J.Bundschuh. Technologies for converting biomass to useful energy. CRC Press, Taylor&Francis group. USA, 2013, 217-244 pp.
2. R.D. Perlack, G.G. Stevenson, R.B. Shelton. Prospects for Coal Briquettes as a Substitute Fuel for Wood and Charcoal in U.S. Agency for International Development Assisted countries. Oak Ridge National Laboratory. 1986. R. 7

### **Internet ma'lumotlari:**

1. <http://fabrikadecora.ru/katalog.cgi?base=katalog&id=74>
2. <http://www.termo-drevesina.ru/istoriyatmd.html>
3. <http://www.thermowood.fi/albumi/thermowoodtechnology/>
4. <http://thermoarena.com/?gclid=CNqhxISGmMwCFYHOcgoddBkFaQ>
5. <http://lesprominform.ru/jarchive/articles/itemshow/2021>
6. <http://www.st-profi.ru/products/26/130/>
7. <http://www.briklis.ru/>
8. <http://www.ogniv.ru/index.php?id=briket>
9. <http://www.btgworld.com/en/rtd/technologies/torrefaction>
10. [http://www.ieabcc.nl/workshops/task32\\_2014\\_johannesburg/06%20Jaap%20Koppejan.pdf](http://www.ieabcc.nl/workshops/task32_2014_johannesburg/06%20Jaap%20Koppejan.pdf)
11. <http://www.miktech.fi/getfile.php?file=161>
12. <http://orbit.dtu.dk/en/publications/torrefaction-of-biomass-for-power-production%28f1dba92a-523f-4101-891d-8d2a757304cc%29.html>
13. <http://www.google.de/patents/US9057037>
14. [http://www.cleandex.ru/articles/2012/05/16/biougol\\_chernye\\_pellety\\_ili\\_torrefaktsiya\\_drevesnyh\\_othodov](http://www.cleandex.ru/articles/2012/05/16/biougol_chernye_pellety_ili_torrefaktsiya_drevesnyh_othodov)
15. <http://www.findpatent.ru/patent/255/2559491.html>
16. <http://www.findpatent.ru/zayavka/2015-06-27/2013156039.html>

## **4-ma'ruza. Organik mahsulotlarni tadqiq qilishda fizik-kimyoviy taxlil usullari.**

### **Reja:**

1. Optik, spektral taxlil, infraqizil spektroskopiya, yadro magnit rezonansi, mass-spektrometriya.
2. Xromatografiya. Sifat va miqdoriy tahlil. Asosiy tahlil uskunalari.

**Tayanch iboralar:** *kimyoviy texnologiya, tekshirish usullari, fizikaviy, kimyoviy tarkib, fizik-kimyoviy, fotokolorimetrik, optika, ultrabinafsha, spektr, yutilish chizig'i, optik taxlil, nur sindirish ko'rsatgichi, simmetriya, maxsulot tarkibi, molekulaning tuzilishi, mikroto'ldinli spektroskopiya, elektromagnit nurlar, nurlarning tarqalish va yutilish energiyalari, kvantlar, kimyoviy bog'lar, tebranuvchan, aylanuvchan, elektron, qutblanish, elektromagnit to'lqinlar.*

Fizik-kimyoviy taxlil bu - tayyor maxsulot olish uchun ishlab chiqarish jarayonlarida qo'llaniladigan usul va metodlar (xom ash'yo, material yoki yarim fabrikatlarga ishlov berish jarayonlari orqali ularning xolati, shakli va xususiyatini GOST, TU kabi texnik sharoitlar talablari bo'yicha o'zgartirish) majmuini to'la ta'minlovchi va shu bilan birga texnologik jarayonlarning turli bosqichlaridagi nazoratni ham o'z ichiga olgan kimyoviy, fizik-kimyoviy va fizikaviy omillar yig'indisi.

Fizik-kimyoviy taxlilda shu kunga qadar insoniyatga ma'lum bo'lgan barcha asosiy analiz metodlari gruppasidan, masalan, kimyoviy (vazn, hajm, kolorimetrik, gaz xajmiy va boshqa), fizik-kimyoviy (elektrovazniy, potensiometrik, amperometrik, polyarografik, fotokolorimetrik, xromatografik va boshqa) va fizikaviy (rentgenospektral, alanga fotometriyasi, massa spektroskopik, lyuminessent, aktivatsion, magnit kabi) analiz metodlaridan foydalaniladi.

Fizik-kimyoviy taxlil keyingi vaqtlarda fan va texnikaning turli sohalarida kimyoviy birikma xom ash'yolari, organik va noorganik ishlab chiqarish mahsulotlarini tekshirishda keng qo'llanmoqda. Ayniqsa sanoatda texnologik jarayonlar nazorati va materiallar analizida u juda ham qo'l kelmoqda.

Kimyo sanoatida mahsulotlar, tabiiy va sun'iy minerallar hamda kimyoviy birikmalarning strukturalari, fazoviy tarkiblari, mikrotuzilishi, issiqlik ta'sirida strukturalarini o'zgartirishlari fizik-kimyoviy tekshirishlar orqali aniqlanadi. Kimyoviy ishlab chiqarishda olingan barcha organik mahsulot turining struktura va xossalari ham fizik-kimyoviy usulda tekshirish orqali amalga oshiriladi.

Tekshirilayotgan organik modda yoki mahsulotni chuqur taxlil etishda faqat bir yoki ikki parametr ma'lumotlari bo'yicha cheklanib qolmasdan, balki uni kompleks ravishda taxlil etish lozim. Olingan natijalar bir-birini to'ldirib, tekshirilayotgan ob'ekt haqida to'liq bir xulosa chiqarishga imkon beradi. Ilmiy taxlilni sanoatda qo'llash orqali ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifati yaxshilanadi va tannarxining arzonlashishiga erishiladi.

**Fizik-kimyoviy taxlilning asosiy usullari.** Kimyoviy modda, organik sintez mahsulotlari, polimer va plastmassa, kompozitsion birikmalar, sun'iy mahsulotlar juda xilma-xil va murakkab. Shuning uchun ularning xususiyatlari va tarkiblari ham turlichadir. Bunday materiallarni tekshirish usullari ham turlicha bo'lib, ularni ikki katta gruppaga ajratish mumkin:

**1. Optika usullari.** Bu gruppaga umumiy nomi kristallooptika deb ataluvchi immersio taxlil, metallografik taxlil, monokristallar taxlili kirgan bo'lib, ular mahsus optika asboblari - polyarizatsion va metallografik mikroskoplar orqali olib boriladi.

**2. Kimyoviy va fizik-kimyoviy usullar.** Bularga petrografiyaning petrokimyo, petrurgiya, petrofizika kabi soxalari kiradi. Bu usullar yordamida materiallarining tarkibini mukammal o'rganish va ularning paydo bo'lishi, xossaxususiyatlarini fizik-kimyoviy qonunlar nuqtai nazaridan talqin etish mumkin. Hozirgi vaqtda mineralogik-geokimyoviy tekshirish usuli nomi bilan ataluvchi tadqiqotlarni o'tkazishda spektral, rentgen spektral va radiometrik analiz usullaridan foydalaniladi. Rentgenoelektron mikroanaliz metodi yordamida esa minerallarning tarkibi tez va sifatli aniqlanadi. Petrurgiya usulida sun'iy mahsulotlar o'rganilib, ularning tabiiy minerallar genezisiga o'xshash-o'xshamasligi aniqlanadi.

Kimyoviy ishlab chiqarish maxsulotlarini fizik-kimyoviy taxlilining asosiy usullari qatoriga kiradi: mikroskopiya; elektron mikroskopiya; rentgenografiya; termografiya; IQ spektroskopiya; yadro magnit rezonansi (YaMR); elektron paramagnit rezonansi (EPR); elektronografiya; xromotografiya; magnetoximiya; izotropiya; kimyoviy analiz; spektral analiz; boshqa usullar yordamida o'rganiladi.

**Namunalarni fotokolorimetrik usulda aniqlash.** Fotokolori-metrik taxlilni FEKN-57 tipidagi jixozda olib boriladi. Bu ekspress taxlil usuli bo'lib, tortish usuliga qaraganda turli xil kimyo sanoati mahsulotlardagi muxim komponentlarni topishda qisqa vaqtni oladi.

Komponentlarni aniqlovchi fotokolorimetrik usul eritmadan o'tadigan intensiv nurni kamayishi darajasini moddadagi bo'yalgan kompleks ko'rinishida aniqlashga asoslangan.

Fotokolorimetrik usulda eritmaning qalinligi o'zgarmas holatda bo'ladi, shuning uchun faqat optik zichlik, ya'ni undan chiqayotgan intensiv nurni logarifmi nisbati aniqlanadi. Har xil konsentratsiyasidagi (standart va aniqlanayotgan) ikkita bo'yalgan eritmani xolati quyidagi tenglama asosida ifodalanishi mumkin:

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{C_1}{C_2}$$

Bu erda  $D_1$ – va  $D_2$  - standart va aniqlanayotgan eritmaning optik zichligi;

$S_1$  va  $S_2$ - standart va aniqlanayotgan eritmaning konsentratsiyasi.

$D_1$  va  $D_2$  aniqlanib  $S_1$  ni konsentratsiyasini bilgan xolda  $S_2$  ni konsentratsiyasini hisoblab topish mumkin. Shunday qilib, standart (etalon eritma) eritmani konsentratsiyasini bilgan xolda, tekshirilayotgan eritmaning miqdorini aniqlash mumkin.

Buning mohiyati konsentratsiyasi aniq bo'lgan tekshirilayotgan standart eritmalarning konsentratsiyasi bilan optik zichligi orasidagi bog'lanish grafisini mg/l yoki % hisobida ta'sirlashdan iborat. Eritmaning optik zichligini aniqlangandan so'ng, shu grafik yordamida tekshirilayotgan eritma konsentratsiyasini topiladi.

## **Optik izlanish asoslari.**

Organik moddalarning tuzilishi va reaksiyaga kirishishfaoliyatini sintez kilingan maxsulot tarkibini o'rganishda fizik-kimyoviy tadqiqot usullari eng muxim ma'lumotlarni beradi. Molekulaning tuzilishi, fazoviy holati, fizikaviy doimiyligi va boshqa ko'rsatkichlarni aniqlashda fizikaviy tadqiqot usullarining bir qancha turlari ishlatiladi. Ayrim usullar keng tarqalmagan bo'lib, ammo ulardan olinadigan natija kimyo fani uchun juda ahamiyatlidir. Masalan, gaz elektronografiyasi va mikroto'liqlik spektroskopiyasi usullari shular jumlasidandir.

Kimyoviy tadqiqotlarda keng tarqalgan va amaliy jihatdan muxim ahamiyatga ega bo'lgan usullardan optik (ultrabinafsha, infrakizil), radiospektroskopiyasi (yadromagnit rezonansi, elektron paramagnit rezonansi) va mass-spektrometriya hisoblanadi. Molekulaning tuzilishi, fazoviy tadqiqot usullarini ikki qismga bo'lish mumkin. Birinchi qismga optik va radioskop usullari, ikkinchi qismga esa molekulaning geometrik tuzilishini va fazoviy holatini aniqlovchi usullar kiradi.

Elektromagnit nurlarning yutilishi molekulalarning umumiy xossasi hisoblanadi, ammo yutilish xodisasi tanlanish xususiyatiga ega, ya'ni ma'lum to'liqlik uzunligidagi nurlar molekula tomonidan kuchli yutilishi mumkin, boshqa to'liqlik uzunligidagi nurlar esa kuchsiz yoki butunlay yutilmasligi mumkin. Yutilish doirasi spektr chizig'i deyiladi. Ma'lum molekulaning yutilish spektri ushbu molekula uchun xarakterli bo'ladi va boshqa molekula tomonidan (tuzilish jihatidan yaqin bo'lgan taqdirda ham) qayd etilmaydi. Ammo organik birikmalarda butun molekuladan faqat ma'lum guruh atomlari elektromagnit nurlarni yutishi, molekulaning boshqa qismida esa nurlarni yutilmasligi mumkin. Bir xil guruhlarning nurlarni yutishi esa, har xil molekulalar tarkibida joylashishiga qaramasdan, keskin farq qilmaydi. SHuning uchun ham noma'lum moddalarning tuzilishini o'rganishda uning spektrini ma'lum tuzilishga ega molekulaning spektri bilan taqqoslash kerak.

Elektromagnit nurlar ikki xil tabiatga - to'liqlik va zarracha xususiyatlariga ega, ularning tarqalishi to'liqlik uzunligi va chastotasi bilan belgillanadi.

Nurlarning tarqalish va yutilish energiyalari kvantlardan iborat bo‘ladi va quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\Delta E = h\nu = h(c / \lambda)$$

$h$ -Plank doimiysi ( $6,5 \times 10^{-27}$  erg.s);

$\nu$ -tebranish chastotasi;

$c$ -yorug‘likning bo‘shliqdagi tezligi ( $3 \times 10^{10}$  sm/sek);

$\lambda$ -to‘lqin uzunligi.

Tenglamada ifodalanganidek, kvant energiyasi tebranishchastotasiga to‘g‘ri proporsional, to‘lqin uzunligiga esa teskari proporsionaldir.

Atom va molekularning energetik holatlarni o‘rganish uchun ma’lum chastotada energiya darajasining farqini aniqlash kerak:

$$\nu = (E_1 - E_2) / h \qquad h = \Delta E_{1,2} / \nu$$

Moddaning tashqaridan berilgan energiyani qabul qilishi natijasida jadalligi oshadi, ya’ni birinchi navbatda molekulaningsimetriyasi, geometriyasi, elektr xossalari va boshqa xususiyatlari o‘zgaradi. Energiya o‘zgarishning chegarasi har xil usullar uchun har xil bo‘lib, bir-biridan bir qancha darajaga farq qiladi. Bu esa kimyoviy bog‘larda bo‘ladigan har xil o‘zgarishlarni - tebranuvchan, aylanuvchan, elektron, qutblanish va boshqa o‘zgarishlarni farqlashga imkon beradi.

To‘lqinlar soni asosan  $\text{sm}^{-1}$  o‘lcham birligiga egabo‘lib, chastota va energiya qiymatiga to‘g‘ri proporsionaldir, shuning uchun ham mutloq chastotaga nisbatan ko‘p ishlatiladi. 2-jadval.

Xosil qilish usullariga qarab spektrlar uch xilga bo‘linadi yutilish, tarqatish, sochish. Ularning spektr chiziqlarini jadalligi molekular soniga va kvant mexanikasi qoidalari asosida bo‘ladigan o‘tishlar intensivligiga bog‘liq bo‘ladi. Spektr chiziqlarning kenglik shakli molekula ko‘rsatkichlarining yig‘indisiga va mos xususiyatlariga bog‘liq bo‘ladi.



To‘lqin uzunligi	$10^{-3}$ nm	10 nm	400 nm	800nm-300mk	300 mm	200 mm
Spektral soxa	Rentgen nurlar	Ultrabinafsha nurlar	Ko‘zga ko‘rinadigan nurlar	Infraqizil nurlar	Mikro-to‘lqin-li nur	Qisqa radioto‘lqi nlar
Kuzatilayotgan yutilish spektr		Elektron spektr		IQ-spektr		YAMR, EPR spektr

**1-jadval**

**Elektromagnit to‘lqinlarining muxim birliklari.**

Spektrlar	CHastotalar, Gs	To‘lqin uzunliklari	O‘lcham birliklari
YAdro gamm rezonansi	$10^{18}$ - $10^{21}$	3 nm	mm/s
Rentgen nurlari	$10^{17}$ - $10^{18}$	3 nm-30 nm	eV
Fotoelektron	$10^{14}$ - $10^{16}$	3 nm -700 nm	eV
Elektron	$10^{14}$ - $10^{16}$	3 nm -700 nm	nm
Tebranuvchan	$10^{12}$ - $10^{14}$	3 mm-3 mm	sm
Aylanuvchan	$10^{10}$ - $10^{12}$	3 sm- 0,03 mm	MGs
Epr	$10^9$ - $10^{11}$	- 3 sm	MGs
YAMR	$10^7$ - $10^8$	-5 m	MGs
YAKR	$10^6$ - $10^9$	30 - 300 m	MGs

**2-jadval**

**To‘lqin uzunligi va chastotani o‘lchashda ishlatiladigan birliklar**

Tavsif	O‘lcham birligi	Qisqartirilgan belgisi	Ta‘rifi
To‘lqin uzunligi	mikron	mk	$1\text{mk}=10^{-6}\text{m}$
	millimikron	mmk	$1\text{mmk}=1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$
	Angstrom	$\text{A}^0$	$1\text{A}^0=10^{-10}\text{m}$
CHastota,		$\text{sek}^{-1}$	1sekundagi tebranishlar soni
To‘lqinlar soni		$\text{sm}^{-1}$	1sm dagi to‘lqinlar soni

## Buger-Lambert-Ber Qonuni

Elektromagnit to'qlinlarining eritmada tarqalishdagi asosiy xususiyatlaridan biri intensivlik bo'lib, vaqt birligida maydondan o'tayotgan kvantlar soniga bog'liq kattalikdir. YOrug'likning yutilishi tanlash xususiyatiga ega bo'lganligi uchun, yorug'lik moddaning rangsiz eritmasidan o'tganida ma'lum to'qlin uzunligiga ega bo'lgan nurlar yutiladi, boshqa to'qlin uzunligiga ega bo'lgan nurlar esa yutilmasdan eritmada o'tib ketadi. Ushbu jarayon miqdoriy jihatdan oddiy yorug'lik nurlarining o'rniga monoxromatik (bir xil kvant energiyalariga, yoki bir xil to'qlin uzunliklariga ega bo'lgan) nurlardan foydalanish kerak. Bu holda yutilish birinchi tartibli oddiy tenglama asosida bo'ladi:

$$\lg \frac{I_0}{I} = \varepsilon \cdot c \cdot l$$

$\lg I_0/I$  – Eritmaning yoki yutilishning optik zichligi (D)

$$D = \varepsilon \cdot c \cdot l$$

$\varepsilon$  - ekstraksiyaning molli koeffitsienti

Agar  $S=1 \text{ mol/l}$ ,  $l=1 \text{ sm}$  bo'lsa,  $\varepsilon$  eritmaning optik zichligiga teng bo'ladi

$$\varepsilon = \lg I_0 / I = D \qquad \varepsilon = D$$

Doimiylik qiymati to'qlin uzunligiga bog'liq bo'ladi. Moddalar eritmalarining konsentratsiyasini ko'rsatuvchi  $n$ - idishchadagi eritmaning molyar konsentratsiyasi  $S$  va eritma qalinligi  $l$  - gaproporsional bo'ladi (Lambert-Ber qonuni).

Tenglamaning chap tomonidagi qismi eritmaning nur yutish qobiliyatini ko'rsatadi va optik zichlik deb nomlanadi. Proporsionallik koeffitsienti yutilishining molyar koeffitsienti deyiladi va 1 sm qalinlikdagi, konsentratsiyasi 1 mol/l bo'lgan eritmada o'tgan nurning yutilishini ko'rsatadi. YUtilish o'lchamsiz kattalik bo'lganligi uchun qiymati  $Sx$ ga teskari kattalik qiymatiga ega bo'lishi kerak. Agar konsentratsiyani ( $S$ ) mol/l, eritma qalinligini sm-da o'lchansa,  $\varepsilon$ -ning qiymati  $Dx \text{ mol} \times \text{sm}$ . bilan ifodalanadi. Eritma Lambert-Ber qonuniga bo'ysunganida, ma'lum qalinlikdagi qavatning optik zichligi modda konsentratsiyasiga to'g'ri chiziq bilan bog'liq ravishda o'zgaradi. Bu esa miqdor

jixatdan taxlil olib borishga imkon beradi. Eritmaning Lambert-Ber konuniga buysonmasligi quyidagi hollarda sodir bo'lishi mumkin: a) molekula eritmada har xil tautomer shaklda bo'lganida; b) modda molekulari o'zaro yoki erituvchi molekulari bilan ta'sirlashganida masalan, vodorod bog' yoki assotsiatlar xosil qilganida; v) asosiy va tanlangan holatlar o'rtasida, issiqdik muvozanati holatida termoxromizm xodisasi amalda erigan moddaning erituvchi molekulasi bilan ta'sirlashish: keng tarqalgan xodisalaridan hisoblanadi. Lambert-Ber konunida faqat monoxromatik nurlar amalga oshishini hisobga olish kerak. Molekulalardagi energetik holatlarning o'zgarishi ma'lumtebranishlar chastotasida sodir bo'ladi. Organik moddalarni tuzilishini o'rganishda kvant energiyalari bilan farq qiluvchi quyidagi soxalar o'rganiladi:

1. Elektronlarni qo'zgalgan holatga keltirish uchun ko'p miqdorda energiya talab qilinadi, bu esa ultrabinafsha (UB) ko'rinadigan nurlar ta'sirida amalga oshiriladi (Elektrospektroskopiyasi).

2. Molekulalardagi tebranuvchan holat energiyasini o'zgartirish uchun zarur bo'lgan energiya. Bu energiya ta'sirida molekulada kimyoviy bog'lar uzunligidagi o'zgarishlar va valent bog'lar orasida burchakning o'zgarishi sodir bo'ladi. Ushbu o'zgarishlar infraqizil soxada namoyon bo'ladi.

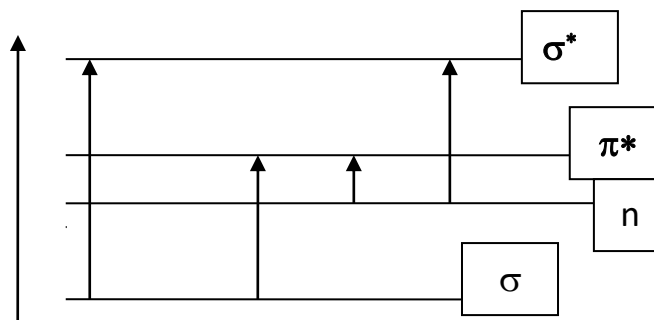
3. Yadro sonlarining yo'nalishini o'zgartirishga sarf bo'ladigan miqdordagi energiya o'zgarishlar radioto'lqinli energiyakvartlari ta'sirida amalga oshirilishi mumkin.

Molekuladagi energetik o'tishlar jixatidan ultrabinafsha ko'rinuvchan soxa o'rtasida asosan farq kiladi. SHunday kilib, organik kimyo va texnologiyada keng ishlatiladigan spektral usullar sifatida ultrabinafsha (UB), infrakizil (IK), yadromagnit rezonans (YAMR) spektroskopiyalari va mass-spektrometriya ishlatiladi. Endi yuqorida ko'rsatilgan fizikaviy usullarning nazariy asoslarini va organik molekular tuzilishini o'rganishda tadbiq etish mumkin bo'lgan usullarini keltiramiz.

## Ultrabinafsha (Elektron) spektroskopiya

Ultrabinafsha (UB) soxa ko‘rinuvchan nurlardan boshlanib, qisqa to‘lqin uzunligidagi rentgen nurlari (50 nm) soxasigacha davom etadi. Organik moddalar (UB) va ko‘rinuvchan nurlarni o‘tishi natijasida elektronlar (valent bog‘ini xosil qilishda ishtirok etuvchi elektronlar) biriktiruvchi orbitadan bo‘shashgan orbitalarga o‘tishi molekulaning ushbu holati qo‘zg‘algan holat deyiladi. Elektronlar yadroga tortishib turganligi sababli, ularni g‘alayonlashtirish uchun ko‘proq miqdorda energiya talab qilinadi. UB nurlarni xosil qiluvchi: elektromagnit nurlarning to‘lqin uzunligi 120-180 nm tashkil etadi. Organik birikmalar UB soxada nurlarni yutish qobiliyatidan kam bo‘lgan soxa uzoq yoki vakuum UB soxa deyiladi va yaqin UB soxa 200 nm dan yuqori bo‘lgan soxa. Uzoq UB soxadagi moddalarning yutilishini o‘rganish murakkab uskunalarni talab qiladi. Avvalo bu soxada havo tarkibidagi kislorod va azot UB nurlarni yutadi. SHuning uchun, ushbu soxada ishlaydigan asboblarda vakuum qurilmaga ega bo‘lishi kerak. Turlixildagi asboblarda murakkabligi tufayli laboratoriya mashg‘ulotlarida kam ishlatiladi. YAqin UB soxa o‘lchash uchun ancha qulayliklariga ega bo‘lgan, amalda ko‘p tarqalgan usullardan hisoblanadi. Bu soxada kvartslar shaffoflik xususiyatiga ega bo‘lganligi uchun undan prizmalar va o‘lchash idishlarini tayyorlanadi. Tekshirish uchun kerak bo‘ladigan modda miqdori 0,1 mg ni tashkil etadi. SHu afzalliklar tufayli UB spektroskopiya kimyoviy moddalarning tuzilishini o‘rganishda ishlatiladigan fizikaviy tadqiqot usullarining eng ko‘ptarqalgan turini tashkil etadi. Atom va molekulada elektronlar juda aniq energiyaga ega bo‘lgan orbitalarni egallaydi. Atom orbitalarining energiyalari kvant sonlarining yig‘indisi bilan ifodalanadi. Molekula orbitalari atom orbitalarining chiziqli to‘plami deb qaralishi mumkin. Bu to‘plam, elektronlarning spini antiparallel yo‘nalishga ega bo‘lgan bog‘lovchi orbital (normal holat) va elektron spinlari paralel yo‘nalishga ega bo‘lgan bo‘shashgan orbita (qo‘zgalgan holat) dan tashkil topgan. Organik molekulalar va bog‘larni xosil qiluvchi elektronlar hamda tarkibida juftlashmagan elektronlar tutgan geteroatomlardan

elektronlar tashkil topadi. Molekulalarda qo'zg'algan holatda ro'y beradigan elektron o'tishlarini quyidagicha ifodalash mumkin:



Energiyasi yuqori kvant  $\sigma \rightarrow \sigma^*$  uchun zarurdir, ya'ni oddiy bog'larni qo'zg'algan holatga keltirish uchun yorug'lik kvantining to'lqin uzunligi kichik bo'lishi kerak, o'tishlarini sodir qilish uchun kerakli energiya kam miqdorda talab qilinadi, n-holatdagi elektronlarning energiyasi  $\pi$ -holatdagidan ham yuqoridir va ularni qo'zg'atish uchun eng kam miqdorda sarf qilinmog'i kerak. Bu xoldagi o'tishlar yaqin UB soxada sodir bo'lganligi uchun amaliy ishlarda katta ahamiyatga egadir.

Molekula tarkibidagi UB soxadagi elektromagnit nurlarni tanlab yutadigan guruhlar xromoforlar deyiladi. Xromoforlarga tarkibida qo'sh bog' yoki geteroatom tutgan moddalar misol bo'ladi. Xromofor guruhlar organik modda tarkibida xar xil holatda joylashish mumkin, lekin xromoforning UB soxada yutishi oddiy molekulada yoki tuzilishi jixatdan murakkab bo'lgan molekulalarda ham amalda bir-biriga yaqin bo'lgan to'lqin uzunliklarida elektromagnit nurlarini yutadi. Xromofor guruhlarining xar xil kimyoviy tasirlashuviga qarab UB soxada xosil qiladigan yutish maksimumlari o'zgarishi mumkin. Yutish maksimumining to'lqin uzunligi uzun soxaga siljishi bataxrom siljish deyiladi, qisqa soxaga siljishi esa gipsoxrom siljish deb ataladi. Ayrim xromoforlarning UB soxada yutilishi 3-jadvalda keltirilgan.

## Aloxida joylashgan ayrim xromoforlarning UB soxada yutilishi

Xromofor guruh	Mak*nm	Maks.	O'tishlar	Erituvchi
Etilen $SN_2 = SN_2$	165	15000	$\pi - \pi$	Gaz
	193	10000		
RSN = $SN_3$	177			
RSN = SN-trans	180			
-sis	183			
Atsetilen $NS \equiv SN$	173	6000	$n - \pi^*$	Gaz
Karbonil $(SN_2)_2S = O$	190	1900	$n - \pi^*$	N-geksan
	280	15	$n - \pi^*$	
$SN_3SN = O$	290	16	$n - \pi^*$	Geptan
Karboksil $SN_3SOON$	204	80	$n - \pi^*$	
Azometin $S =$ N/atsetoksim/	190	8000	$n - \pi^*$	suv
Nitril - $S = N$ /atsetonitril/	180	-	-	-
Azo - /azometin/	347	45	$n - \pi^*$	Dioksan
Nitrozo - -O/nitrozobutan/	300	100		efir
	665	20		
Nitrat - $S O_2$ /etilnitrat/	270	12	$n - \pi^*$	Dioksan
Nitro - $O_2$ /nitrometan/	271	19	$n - \pi^*$	Spirt
Nitrit - $S O$ /amilnitrat/	218x5	1120	$n - \pi^*$	Petroleyno'y
	346x5	/keng/	$n - \pi^*$	Efir
Sulfoksid (siklogeksilmetilsulfoksid)	210	1800		Spirt
Sulfon (dimetilsulfon)	180	-	-	-

## Kimyoviy birikmalarning ultrabinafsha spektri

Tuzilishi tekshirilayotgan modda UB soxada (200-800 nm) yutilish maksimumiga ega bo'lmasa, modda tarkibida dien, poliesistemalarining, aromatik va karbonil guruh yo'qligidan dalolat beradi.

Dien sistemalari. Tutashgan dienlar uchun  $\pi-\pi^*$  o'tishga xos bo'lgan yutish 215-270 nm da sodir bo'ladi. Spekr chizig'ining holati va intensivligi dienning tuzilishigagina bog'liq bo'ladi. Dienning UB soxada yutishi konformatsiyasiga bog'liq bo'ladi. Trans konformatsiyali dienning yutishi konformatsiyasiga bog'liq bo'ladi. Trans konformatsiyali dienning yutish maksimumi sis-diendan pastroq soxada mavjud bo'ladi (3-jadval).

Molekulada qo'shbog'larning joylashishiga qarab izomer birikmalarni bir-biridan farq qilish mumkin.



Dien birikmalarning UB soxada yutishga molekuladagi alkil radikalining miqdori, qo'shni siklik guruhlarning soni ta'sir qiladi. Ushbu ta'sirlarning qiymati Vudvord formulalari bilan aniqlanadi:

$$\lambda_{\text{maks}} = 217 + 5 \times A + 30 \times V + 5 \times S$$

- Formuladagi 217- butadiening yutilish maksimumi;
- A - alkil guruhlarning soni;
- V - tutashgan qo'shbog'lar miqdori;
- S-ekzotsiklik bog'larning soni.

Vudvord formulasi Vudvord qoidasi asosida ishlatiladi: qo'shbog'dan aloxida joylashgan alkil guruhi moddaning UB soxadagi yutishiga ta'sir qilmaydi; dien sistemasiga bir yoki to'rt holatda joylashgan alkil guruh bataxrom siljish xosil qiladi (7-10 nm gacha), ikki yoki uch holatdagisi esa 3-4 nm gacha. Vudvord formulasi asosida dienlar uchun hisoblab topilgan yutilish maksimumi amalda topilganidan -5 nm ga farq qiladi.

Polienlar. Molekulada tutashgan qo'shbog'lar sonining oshishi UB soxada bataxrom siljishga olib keladi. Qo'shimcha qo'shbog'lar uchun yutilish maksimum taxminan 50,40,30,25 va 20 nm qiymatlar yangi kiritilgan xar qo'shbog' uchun qo'shiladi.

## Organik moddalarning UB spektri (200-800 nm) ma'lumotlari

Maksimumlar soni	Maksimumlarning tavsifi	Molekula tuzilishi to'g'risida xulosa
1	2	3
0		Molekula tarkibida xromofor guruhlar yo'q qo'shbog'lar, aromatik xalqa tutgan birikmalar va karbonil, nitro guruhlari
1	200-225 nm ( $\epsilon = 10000-15000$ )	$\alpha$ , $\beta$ -To'yinmagan karbon kislotalari va ularning xosilalari
	215-235 nm	Siklik va atsiklik dien birikmalar (qo'shbog' mustaxkamlangan trans konfiguratsiyaga ega)
	240-270 nm ( $\epsilon = 3000-8000$ )	Sis konfiguratsiyali siklik dien
	275-290 nm ( $\epsilon = 15-25$ )	To'yingan aldegid yoki keton
	270-370 nm ( $\epsilon = 50000-150000$ )	Tarkibida 3-6 tutashgan qo'shbog' tutgan polien
	400-470 nm ( $\epsilon = 50000-180000$ )	Tarkibida 7-12 tutashgan qo'shbog' tutgan polien
2	200-230 nm ( $\epsilon = 7000-9000$ )	Benzol xosilalari
	260-280 nm ( $\epsilon = 200$ )	
	200 nm ( $\epsilon = 500$ )	
	276-280 ( $\epsilon = 20$ )	$\alpha$ , $\beta$ -To'yinmagan aldegid yoki keton
	200-230 nm ( $\epsilon = 12000-20000$ )	
	320-340 nm ( $\epsilon = 20-40$ )	Nitrobirikmalar
3	Uch maksimumga ega bo'lgan sistemalar	Xromoforlar bilan tutashgan aromatik xalqa, ko'p xalqali aromatik birikmalar



## 5-jadval

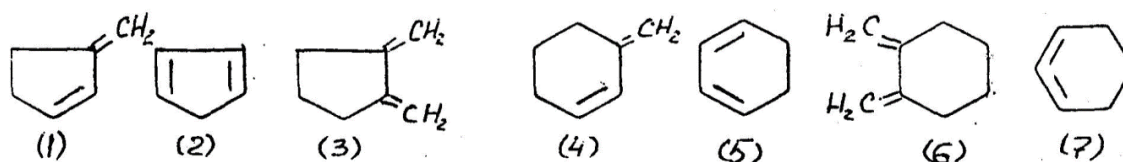
**Dien va polienlarni UB soxada yutilishmaksimumini hisoblash usuli bilan  
aniqlash**

(trans), $\lambda_0$ -217 nm (sis), $\lambda_0$ -253 nm					
O‘rin almashgan guruh	nm		O‘rin almashgan guruh	nm	
	Guruh oxirida			Guruh oxirida	
	Joy-lashsa	Joylash-masa		Joy-lashsa	Joylash-masa
Br,SI	10	5	S – S bog‘i		
S-SO-SN <sub>3</sub>	0	0	Zanjirni uzaytirs	30	-
S-R	25	5			
S-R	30	-	Alkil radikal	5	-
N (N) <sub>2</sub>	60	-	Oxirgi qo‘shbog‘da sis-almasha ekzotsiklik bog‘	5	5

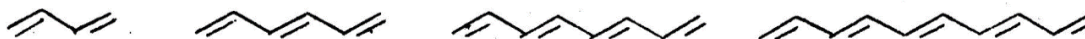
## 6-jadval

**Asosiy dien sistemalarining UB soxadayutilish maksimumlari**

№	Xromofor	Maks /nm/	$\epsilon$
1.	3-Metilensiklopenten-1	234	14000
2.	Siklopentadien -1,3	240	3400
3.	1,2-dimetilenditsiklopentan	243	12000
4.	3-metilensiklogeksen-1	231	19800
5.	Siklogeksadien -1,3	258	7200
6.	1,2-dimetilensiklogeksen	243	12000
7.	Siklogeptadien -1,3	248	76000



Масалан:



$$\lambda_{\text{макс}} \quad 217 \text{ нм}$$

$$/ \epsilon \quad 21000 /$$

$$\lambda_{\text{макс}} \quad 267 \text{ нм}$$

$$/ \epsilon \quad 34600 /$$

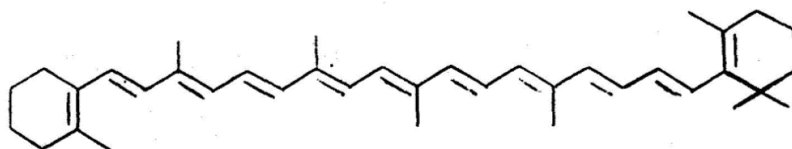
$$\lambda_{\text{макс}} \quad 307 \text{ нм}$$

$$/ \epsilon \quad 58000 /$$

$$\lambda_{\text{макс}} \quad 364 \text{ нм}$$

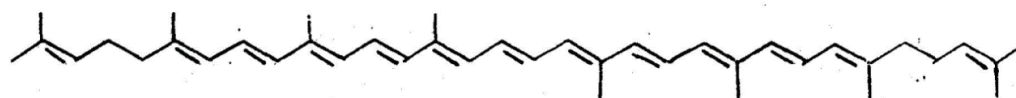
$$/ \epsilon \quad 138000 /$$

Molekulada tutashgan ko'sh bog'larning oshishi yutilish maksimumini ko'rinuvchan soxagacha siljitadi, natijada modda rangli tabiatga ega bo'ladi. Masalan:  $\delta$ -karotinva likopintuzilishlarni ko'rib chiqamiz.



$$\lambda_{\text{макс}} \quad 452 \text{ нм} / \epsilon \quad 140000 /$$

Сарик рангли  
II туташган қўш бог



$$\lambda_{\text{макс}} \quad 474 \text{ нм} / \epsilon \quad 186000 /$$

Кизил рангли  
II туташган қўш бог

Moddalarning UB soxada yutish maksimumi asosida molekula tarkibida polien sistema ishtirok qilishini va tutashgan qo'shbog'larning sonini aniqlash mumkin.

**Karbonil guruhi.** Tarkibda karbonil guruhi tutgan moddalar: aldegidlar, ketonlar, karbon kislotalari va ularning xosilalari tabiatda va sintetik kimyoda keng tarqalgan birikmalar hisoblanadi.

To'yingan aldegid va ketonlar uchun maks 275-290 nm ni tashkil etadi va yutilish  $n-\pi^*$  o'tishga mos keladi. Bu o'tish simmetri bo'yicha taqiqlangan bo'lganligi uchun maksimum kuchsiz bo'ladi ( $E = 15-20$ ). Aldegid va ketonlar

uchun yutish chizig'ining holatiga erituvchining tabiati ta'sir qiladi. Karbonil guruh bilan vodorod bog' xosil qiluvchi erituvchilar yutilish maksimumini gipsoxrom siljishga olib keladi. Bunga sabab, vodorod bog'ining-orbitalning energetik holatini pasaytirishidadir. Har xil tabiatga ega bo'lgan erituvchilarni ishlatganimizda  $\lambda_{\text{maks}}$  quyidagi qiymatlarga ega bo'ladi: etalon ( O ), suv (-7), uglevodorodlar (-11), dioksan (-5). Karbonil guruhi tarkibidagi kislorod atomida ikki juftlashmagan elektronlar mavjud. Kislotali muxitda aldegid va ketonlarning UB soxada yutilish maksimumi yo'qoladi, chunki kislorod atomi protonlanish xodisasiga uchraydi. Bu xol yutilish chizig'ining  $n - \pi^*$  tezlikligidan dalolat beradi. To'yingan aldegidlar va ketonlar tarkibidagi karbonil guruh yutilish intensivligining kichikligi ayrim xollarda spektrda aniqlash paytida qiyinchilik tug'diradi.

**$\alpha, \beta$  - to'yingan aldegidlar va ketonlar.** UB soxada bu birikmalar uchun yuqori intensivlikka ega  $\pi$  bo'lgan  $n \div \pi^*$  va kam intennsivli o'tishlar sodir bo'ladi. Karbonil guruhga xos bo'lgan o'tish to'yingan aldegid va ketonlarga nisbatan to'lqin uzunligi yuqori bo'lgan soxada namoyon bo'ladi. Qo'shbog'ga alkil guruhi joylashtirilsa, yutilish maksimumini  $\sim 10$  nm yuqori qiymatli soxaga siljitadi.

### 7-jadval

#### UB spektroskopiyada ishlatiladigan ayrim erituvchilarning ko'rsatgichlari

Erituvchi	$\lambda$ nm	589,3 nm	$\epsilon$ (20- 25)	Suyuq lanish xarorati, <sup>0</sup> S	Kaynash xarorati	Zichligi g/sm <sup>3</sup> (20 <sup>0</sup> S)
Suv	196	1,3330	78,5	0	100	0,9982
Metil spirti	210	1,3288	32,6	-97,8	64,6	0,7918
Etil spirti	207	1,3610	24,3	-117,3	78,3	0,7893
Xloroform	246	1,4460	4,8	-63,5	61,2	1,4890
Atseton	331	1,3591	20,7	-94,8	56,2	0,7910
Dioksan	215	1,4224	2,2	11,8	101,3	1,0337
Benzol	280	1,5011	2,3	5,5	80,1	0,8790
Geksan	199	1,3749	1,9	-95,3	68,7	0,6490

Siklogeksan	211	1,4263	2,0	66	89	0,7787
-------------	-----	--------	-----	----	----	--------

8-jadval

**Juftlashmagan elektronli atom tutgan to‘yinganbirikmalarning UB spektridagi ma’lumotlar**

Birikma	$\lambda_{\text{maks}}$ , nm	$\epsilon_{\text{maks}}$
>N (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N	199	3950
Piperidin	200	4000
>O CH <sub>3</sub> CH	210	200
>S (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> S <sup>8</sup>	194,215	4600,1600
-S-S-(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> S <sup>8</sup>	250,194	5500
-Cl CH <sub>3</sub> Cl	273	3800
-Br C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> Br <sup>8</sup>	208	300
-I C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> I <sup>8</sup>	259	400

$\alpha$ -erituvchi geksan yoki heptan, boshqalari par holatida olingan spektrlar.

**$\alpha, \beta$ -to‘yinmagan karbon kislotalar.** Karbon kislotalarida o‘tishga xos bo‘lgan (karbonil guruhi uchun xos bo‘lgan) kuchsiz intensivlikdagi, 200 nm da maksimum bo‘lib, kuchli intensivlikka ega bo‘lgan  $\pi \div \pi^*$  o‘tishga tegishli bo‘lgan maksimum sodir bo‘ladi:

$$SN_2 = SN - SOON \quad \lambda_{\text{maks}} / \text{izooktanda} / 200 \text{ nm} / \epsilon 10000 / .$$

Qo‘shbog‘ga nisbatan  $\alpha$ -holatda joylashgan uglerod  $\beta$ -holatda esa, 5nm to‘lqin uzunligi yuqori soxadagi maksimum paydo bo‘ladi. Birikmalarning UB soxada yutishiga qarab, ularning  $\alpha$ ,  $\beta$ -to‘yinmagan karbon kislotalarga yoki ularning xosilalariga tegishli ekanini hamda qo‘shbog‘dagi o‘rinbosarlarning tabiatini aniqlash mumkin.

**Nitroguruh** .- NO<sub>2</sub> $\pi \div \pi^*$  o‘tishga xos bo‘lgan yuqori intensivlikka ega bo‘lgan yutilish sodir bo‘ladi ( $\lambda_{\text{maks}}$  200nm,  $\epsilon = 5000$ -NO<sub>2</sub> ga xos o‘tish kuchsiz intensivlikka ega  $\lambda_{\text{maks}}$  276 - 280 nm,  $\epsilon = 15-35$ ). Tarkibida karbonil guruhi tutgan moddalarga xos bo‘lgan yutilishdek, nitroguruhlar uchun ikkinchi elektron o‘tishning yutilish maksimumi erituvchilarning tabiatiga bog‘liq bo‘ladi; kutbli erituvchilarda yutilish maksimum to‘lqin uzunligi qisqa soxaga (gipsoxrom)

siljiydi. Umuman, nitroguruhning UB spektri moddalarning tuzilishi to'g'risida kam ma'lumot beradi. **Aromatik birikmalar.** YUqorida ko'rsatilgan moddalarning UB soxadagi spektrlarda aromatik birikmalarning UB spektri murakkabligi va o'ziga xosligi bilan ajralib turadi. Benzol UB soxada quyidagi maksimumlarni xosil qiladi ( $\lambda_{\text{maks}}$  200nm,  $\epsilon$ 8000 nm, 255 nm,  $\epsilon$ 200nm):

Aromatik birikmalarning UB spektri: A-benzol, B-fenol, V-anilin.

	$\lambda$ Макс /гексан/	
Фуран	2000	/ $\epsilon$ 10000/,252 / $\epsilon$ 1/
Тиофен		235/ $\epsilon$ 4500/
Пиррол	210	/ $\epsilon$ 15000/,350/ $\epsilon$ 300/
Пиридин	195	/ $\epsilon$ 7500/, 250/ $\epsilon$ 2000/

Keltirilgan ma'lumotlar Tuyinmagan geteroxalkali birikmalarning UB soxada yutishi benzol molekulasining yutishiga yaqinligidan dalolat beradi.

### **Infraqizil nurlarining tabiati.**

**IQ nurlanish** birinchi marta 1800 yilda ingliz olimi **Uilyam Gershel** tomonidan ochilgan. U termometrni kuyosh spektri bo'ylab harakat qildirganda 0.86 mkm dan yuqoriroqda simob stolbining yuqorilab ketganligini aniqlagan. Bu hodisa ro'y bergan oblast infraqizil nurlanishning pastki chegarasi edi xolos.

«**Infraqizil**» termini Stoks tomonidan 1852 yili kiritilgan «**ultrabinafsha**» terminidan farqli ravishda Bekkerel tomonidan 1869 yili kiritiladi.

1834 yili Mellona tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida infraqizil nurlarining qaytarilish va sinish tabiati yorug'lik nurlarining tabiatiga o'xshash ekanligi tasdiqlandi. Bundan biroz keyinroq Amper va Knoblaux tomonidan yangi kashf etilgan nurlarining tarqalishi, qaytari-lishi, polyarizatsiya va interferensiyasi xuddi yorug'lik nurlaridek kechishi, ammo ulardan to'liq uzunligining kattaligi bilan farqlanishi isbotlandi.

Infraqizil nurlanish spektrining yuqori chegarasiga etib borish uzoq davom etgan tadqiqotlar natijasida ro'y berdi. Buning uchun juda ko'p nurlanish

manbaalari tekshirildi, turli materiallardan yasalgan prizmalar o'rganildi. Natijada bu raqam 350 mkm atrofida bo'lib, u radioto'lqinlari bilan chegaradosh ekanligi tasdiq topdi.

Elektromagnit maydon bilan muhitning o'zaro ta'siri nurlanish to'lqin uzunliklarida kuchli tarzda o'zgaradi.

Masalan, ultrabinafsha nurlanish fotokimyoviy ta'sirga, rentgen va  $\gamma$ -nurlanish- katta singish (kirib ketish) xususiyatiga ega.

IQ nurlanish faqat molekula yoki molekuladagi atomlarning alohida gruppalari bilan muloqotda bo'ladi, hamda moddadagi kuchsiz bog'langan yoki "ozod" tashuvchi zaryadlar bilan o'zaro ta'sirlashadi.

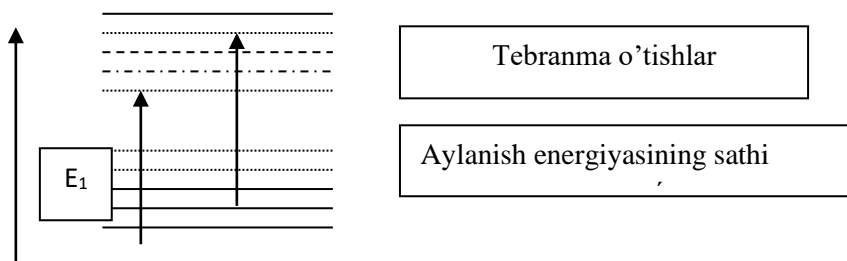
Yuqoridagilarga asoslangan holda IQS usuli asosida turli organik modda va materillarning xossalarini aniqlash, nur yutilishi yoki nur qaytishi polosalarining aniq xarakteristikasini berish ustida ishlar olib borildi. Xarakterli polosalar gruppalarning energetik o'zgarishida tebranma yoki aylanma daraja orasidagi energiya hamda elektronlarning kuzatilgan holatidagi valent o'zgarishiga bog'liqligi aniqlandi.

Molekuladagi atomlarni qo'zg'atish uchun yetarli energiya miqdori elektromagnit to'lqinlarning IK soxasiga mos keladi. Molekuladagi tebranma satxlar kvantlangan bo'lib, ma'lum bir kattalikdagi tebranish chastotasi yoki energiya qiymatida sodir bo'ladi. Yorug'lik kvantini qabul qilish natijasida molekuladagi tebranma harakat asosiy energetik holatdan ko'zlangan holatga o'tadi. Keyinchalik esa tebranma energiya aylanma energiya satxlarining o'zgarishiga sarflanadi. Molekulaning umumiy energiyasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$E = E /\text{Elektron}/ + E /\text{aylanma}/ + E /\text{tebranma}/$$

Molekulada aylanma energetik satxlar uzaro yaqin joylashadi va juda oz miqdordagi energiya molekula aylanishini o'zgartirishga etarlidir. Aksincha tebranma harakat energiyasi ancha yuqori qiymatni tashkil etadi /rasmga karang/ Molekuladagi tebranishlar ikki xil spektrlarda namoyon bo'ladi -yutilish spektrlari /IK spektri/ va nurning kombinatsion sochilish /KS spektri/. Nurning kombinatsion

sochilish spektri molekulaning engil fotonlarni zabt etish natijasida fotonlar energiyasining ko‘payish va kamayish natijasida molekulada bo‘ladgan tebranma yoki aylanma holat energiya satxining o‘zgarishiga asoslanadi. Keyinchalik zabt etilgan fotonlar yorug‘lik sochilish tarzida nurlanadi.



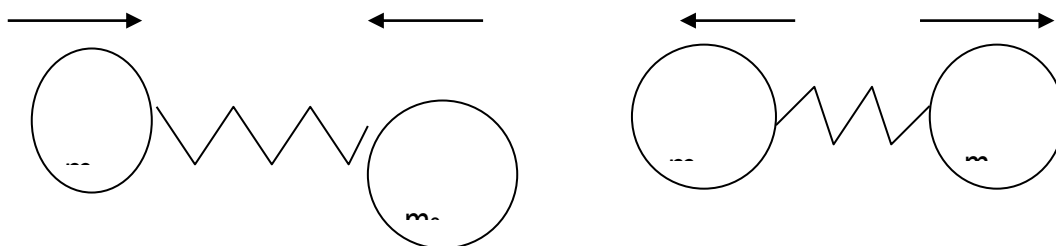
Energiya tebranma va aylanma satxlarning tasviri.

Organik moddalarning IK spektri nozik yutilish chiziqlarini hosil qilmaydi. Bunga asosiy sabab, aylanish energiyasining o‘zgarishi molekulani tebranish energiyasining o‘zgarishi bilan bir vaqtda sodir bo‘lishidadir. Rasmda ko‘rsatilganidek, E1 va E2 tebranma satxlariga yonma-yon joylashgan aylanish satxlari bog‘liq bo‘ladi. Bu xolda tebranish energiyasi o‘zgarishining xar bir holatiga zich joylashgan spektr chiziqlari xosil bo‘lishi kerak.

Ko‘p atomli molekulalar murakkab tebranishga xosligi bilan belgilanadi. Shu sababli, hisoblar ikki atomdan iborat bo‘lgan molekulalar uchun ishlab chiqilgan. IK spektrdagi yutilish soxalarini aniqlash tajriba asosida olingan ma’lumotlarga asoslangan.

Molekula uchun IK soxada asosiy tebranishlar valent va deformatsion tebranishlardir. Molekuladagi atomlarning bog‘ bo‘ylab tebranishiga valent tebranish deyiladi va u  $\nu$  xarfi bilan belgilanadi.

Valent tebranishning mexanik modeli sifatida ikki shartdan iborat sistemani faraz qilish mumkin. Sharlar molekuladagi atomlarni, prujina esa kimyoviy bog‘ni ifodalaydi



Prujina chuzilganida yoki siqilganida sharlar garmonik tebranishlar bilan harakat qiladi. Bu quyidagi formula bilan ifodalanadi:  $\nu = \frac{1}{2\pi}$

Formuladagi  $\nu$  - tebranish chastotasi, F-bog' mustahkamligini ifodalovchi kuch doimiyligi,  $m_1$ -sharlarning massasi,  $m_r$  esa quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$\frac{1}{m_r} = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \text{ yoki } m_r = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2}$$

Valent tebranish chastotasi atom masalalari va bog' mustahkamligi bilan aniqlanadi. Massa yuqori bo'lsa, chastota kichik bo'ladi, ya'ni:

$$\nu_{S-S} = 1000 \text{ sm}^{-1} \quad \nu_{S-N} = 3000 \text{ sm}^{-1}$$

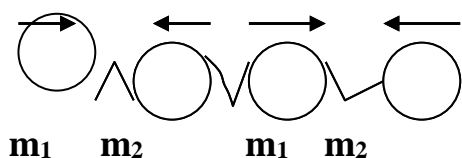
Kimyoviy bog' mustahkam bo'lsa, tebranish chastotasi shunchalik yuqori bo'ladi. Masalan:

$$\nu_{S-S} = 1000 \text{ sm}^{-1} \quad \nu_{S-O} = 1100 \text{ sm}^{-1} \quad \nu_{S-N} = 1050 \text{ sm}^{-1}$$

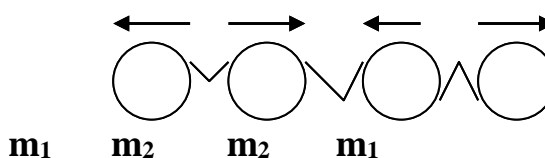
$$\nu_{S-S} = 1600 \text{ sm}^{-1} \quad \nu_{S-O} = 1700 \text{ sm}^{-1} \quad \nu_{S=N} = 1650 \text{ sm}^{-1}$$

$$\nu_{S-S} = 2200 \text{ sm}^{-1} \quad \nu_{S=N} = 2260 \text{ sm}^{-1}$$

Molekuladagi atomlar sonining ko'payishi valent tebranishi murakkablantirishga olib keladi 3 va 4 atomdan tashkil topgan molekulada 2 xil valent tebranishlar bo'ladi: simmetrik va antisimmetrik



Simmetrik tebranish

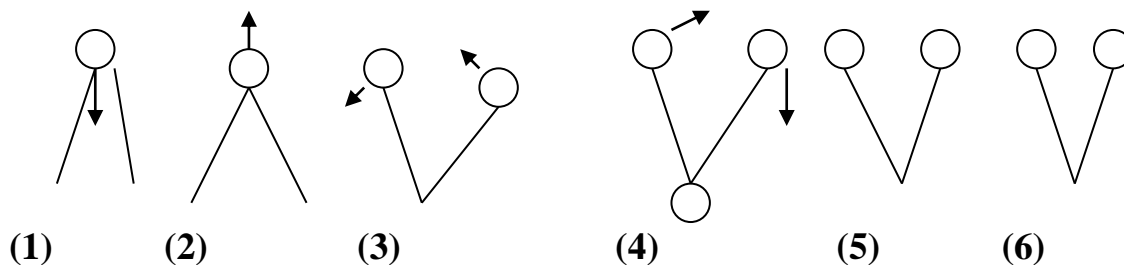


Antisimmetrik tebranish

Antisimmetrik tebranish chastotasining qiymati simmetrik tebranish chastotasi qiymatidan doimo yuqori bo'ladi.



Molekula valent burchaklari qiymatining o'zgarishi deformatsion tebranish deb aytiladi. Deformatsion tebranishni xosil qilish uchun valent tebranishiga nisbatan kam energiya sarf qilinadi va kam chastotada namoyon bo'ladi.



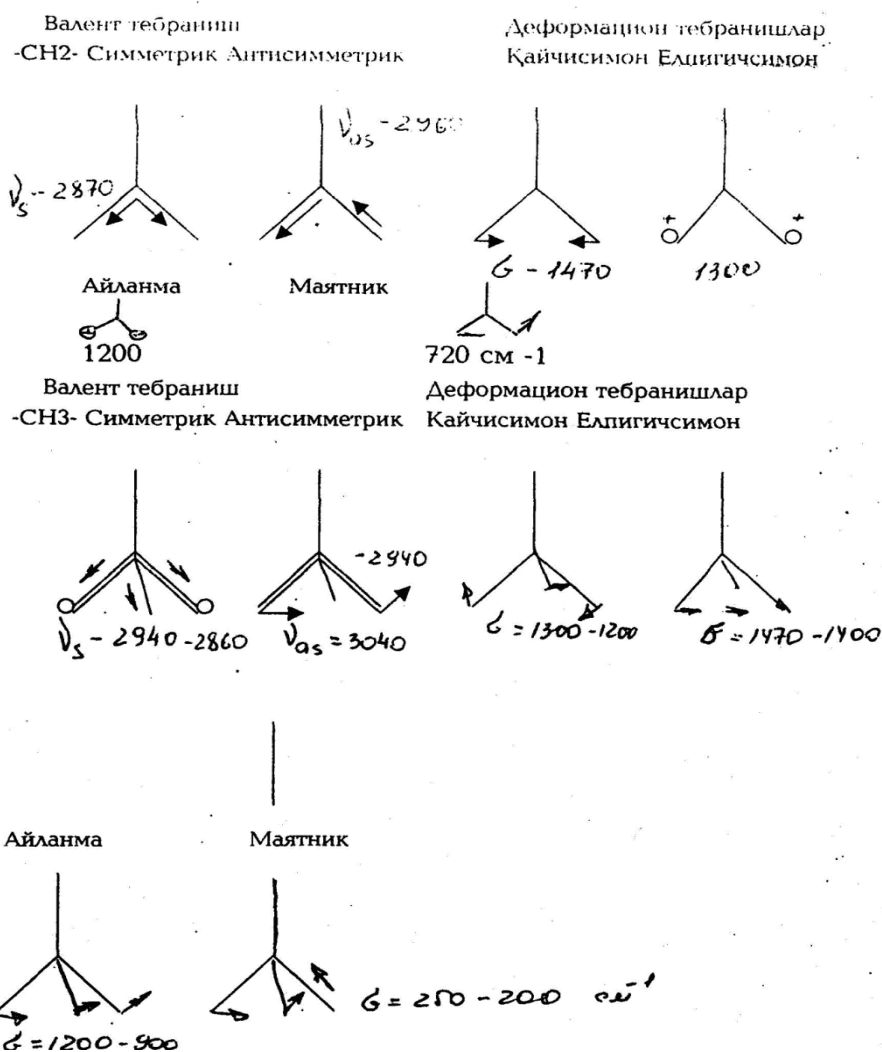
Atomlarning molekulada xosil qiladigan deformatsion tebranishlari: 1,2- qaychisimon, 3,4 - mayatniksimon, 5 - aylanma, 6 - yarim doira bo'ylab (tekislikka perpendikulyar yo'nalishda ilgari lama xarakat, - teskari yo'nalishdagi xarakat).

IK spektrometrlarning optik qismlaridan bo'lgan eritma solinadigan idish, nurlarni bo'luvchi prizmalar tuzlardan tayyorlanadi, chunki shisha IK nurlar ta'sirida shaffofligini yo'qotadi. Asosan uchta prizma ishlatiladi: LiF(2000-3800 $\text{sm}^{-1}$ ); NaI (700-2000 $\text{sm}^{-1}$ ) va KCl (400-700 $\text{sm}^{-1}$ ). Boshqa oralikda prizmalar shaffoflik xususiyatiga ega emas.

IK spektri olinishi kerak bo'lgan namunalar eritma, tabletkalarda, vazelinda emulsiya xosil qilib yoki gaz holatida ishlatilishi mumkin.

### Asosiy guruhlarining tebranish turlari

C-H. To'yinmagan, to'yingan va atsiklik uglevodorodlarda valent tebranish 2800-3000  $\text{sm}^{-1}$  da namoyon bo'ladi.  $-\text{CH}_2=$  va  $-\text{CH}_3$  guruhlarining tebranish turlari va ularga mos keluvchi chastotalarni quyidagicha ifodalash mumkin:

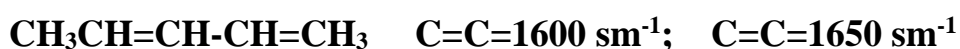


C-H bog'iga xos yutilish xarakterlidir, ammo molekula tuzilishi to'g'risida kam axborot beradi. Bunga asosiy sabab: 1) C-H bog'iga xos bo'lgan yutilishlar o'zaro ta'sirlashishi mumkin; 2) ayrim yutilish chastotalari bir-birining «ustiga» tushishi natijasida kuchsiz maksimumlar tarkibida C-H bog'i yo'qligidan dalolat beradi.

Polimetilen zanjirining tutashishi natijasida xosil bo'lgan sikloparafinlarda IK soxasidagi yutilishi C-H To'yingan uglevodorodlarning yutish soxasida yaqin bo'ladi. Olti a'zolik sikloparafinlardagi CH<sub>2</sub> ning yutishi 1470 sm<sup>-1</sup> dan 1452 sm<sup>-1</sup> ga surilib chiqadi. Asosiy o'zgarish xalqada kuchlanish bo'lganida (masalan, 5 a'zoli xalqada sodir bo'ladi) va natijada valent tebranish chastotasi 3040 sm<sup>-1</sup> da namoyon bo'ladi. Bu qiymat orqali murakkab moddalar tarkibida besh a'zolik xalqa borligini bilish mumkin.

Alohida joylashgan qo'shbog'ning valent tebranish chastotasi  $C=C=$  1600-1680  $sm^{-1}$  da sodir bo'ladi. Simmetrik tuzilishga ega bo'lgan alkanlarning valent tebranish intensivligi kuchsiz bo'ladi. Qo'shbog' to'g'risida ma'lumot  $=CH=$  3000-3100  $sm^{-1}$  sodir bo'ladigan chastota bilan ham ifodalanadi. Deformatsion tebranishlardan  $=CH$  guruhlarning fazoviy joylashishni aniqlashda foydalanish mumkin; sis-izomerlar 650-750  $sm^{-1}$ , trans izomerlar esa 960-970  $sm^{-1}$  da namoyon bo'ladi.

Tutushgan dien sistemalar. 1500-1650  $sm^{-1}$  oraligida ikkita yutilish chizig'ini xosil qiladi, bular simmetrik valent tebranishlarga mos keladi. Masalan:



Alohida joylashgan qo'shbog'larga nisbatan tutashgan dien sistemalarining IK sohada yutish intensivligi birmuncha yuqori bo'ladi, bu esa dien konfiguratsiyasi trans holatga ega bo'lganda yakkol namoyon bo'ladi. Alkil guruhlarning dien sistemasiga joylashishi valent tebranishlar chastotasining yuqori soxaga surilishiga olib keladi. Umuman, tutashgan qo'shbog'larning molekulada bo'lishi IK spektr usuli bilan oson aniqlanadi. Uch bog' IK spektri yordamida oson aniqlanadi, chunki bu bog' yutadigan sohada ( $C=O=2100-2250 \text{ sm}^{-1}$ ) boshqa guruhlar amalda yutilish chastotasi hosil qilmaydi. Atsetilendagi vodorod atomning alkil radikallarga almashishi IK sohadagi yutishga ta'sir qiladi: alkin-1-2100-2140  $sm^{-1}$ , alkin -1,2 da esa 2190-2250  $sm^{-1}$  C-C bog'ga xos bo'lgan yutishning IK soxada intensivligi kuchsiz bo'ladi.

C-X. Uglerod-galogen bog'iga xos yutilish past chastotali sohada namoyon bo'ladi (780-490  $sm^{-1}$ ), yuqori intensivlikka ega bo'lganligi uchun oson aniqlanadi.

Vs-Cl	Vc-Br	Vc-I
550-850 $sm^{-1}$	515-690 $sm^{-1}$	500-600 $sm^{-1}$

C-F bog'iga xos bo'lgan yutilish  $\nu_{S-F}= 730-1350 \text{ sm}^{-1}$  da namoyon bo'ladi va C-O bog'ga xos bo'lgan yutilish bilan bir sohada hosil bo'ladi. Shu sababli, bu ikkala guruh bir vaqtda molekula tarkibida bo'lsa, spektrdan ularni ajratib olish aniqlash kiyin.

Spirtlar, kislotalar va ularning xosilalari o'z tarkibida gidroksil guruh tutadi. IK soxada 3200-3600  $\text{cm}^{-1}$  intensiv yutilish boradi. Gidroksil guruh uglevodorod radikal tabiatiga qarab, IK nurlarini xar xil soxada yutadi.

**Birlamchi OH - 3640  $\text{cm}^{-1}$  Fenoldagi OH - 3810  $\text{cm}^{-1}$**

**Ikkilamchi OH - 3630  $\text{cm}^{-1}$  Polimerlardagi OH - 3400-3200  $\text{cm}^{-1}$**

**Uchlamchi OH - 3820  $\text{cm}^{-1}$**

Ikki, uch va ko'p atomli spirtlar o'zaro molekulalararo va molekulalar ichra vodorod bog'i xosil qiladi. Bir atomli spirtlardan farqli o'laroq, Ko'p atomli spirtlarning suyultirilgan eritmalarida vodorod bog'lar uzilmaydi va IK sohada intensivligi kam va ajralmagan keng chiziqli ko'rinishda chastota xosil qiladi.

O-H bog'ining deformatsion tebranishi quyidagicha bo'ladi :

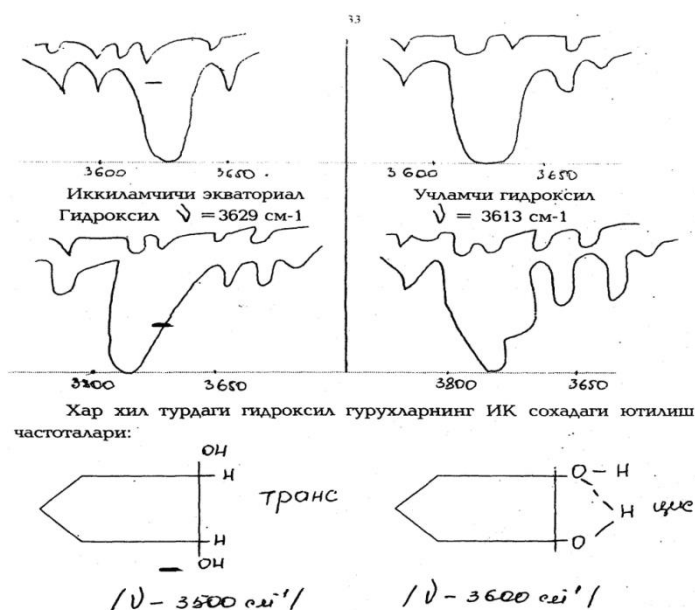
**Birlamchi - 1050  $\text{cm}^{-1}$  Uchlamchi - 1150  $\text{cm}^{-1}$**

**Ikkilamchi - 1100  $\text{cm}^{-1}$  Fenol - 1200  $\text{cm}^{-1}$**

Xulosa qilib shuni ko'rsatish kerakki, O-H bog'ini IK sohada oson topish mumkin va suyultirilgan eritmasining spektirini olib, molekulalar yoki molekulalar ichra vodorod bog' xosil qilishda ilgariroq ztishni aniklab berish mumkin. Bu esa uz navbatida molekulaning fazoviy tuzilishini aniklshga imkoniyat beradi.

**Бирламчи гидроксил**  
 $\nu = 3641 \text{ cm}^{-1}$

**Иккиламчичи аксиал гидроксил**  
 $\nu = 3635 \text{ cm}^{-1}$



Dimer xosil qiluvchi karbon kislotalari  $\nu_{\text{ON}}$  yutilish chizig'ini 2500-3000  $\text{cm}^{-1}$  da xosil qiladi va  $\nu_{\text{S-N}}$  bilan bir soxada joylashadi. Kislota dimerlarining deformatsion tebranishi ( $\nu_{\text{ON}} = 1200-1400 \text{ cm}^{-1}$ ) keng shakldagi yutilish chizig'idan iborat bo'ladi.

S-O. Ushbu bog' spirtlar va efirlarda bo'lib, IK soxada yuqori intensivli yutish chiziqlarini xosil qiladi ( $\nu_{\text{S-O}} 1000-1275 \text{ cm}^{-1}$ )

Yutilish soxasi molekula tuzilishiga bog'liq bo'ladi, ya'ni qo'shbog' va aromatik xalqa borligi ta'sir qiladi. Murakkab efirlarda ikkita yutilish chastotasi sodir bo'ladi:  $\nu_{\text{SOS}} 1025-1075 \text{ cm}^{-1}$  va  $\nu^{\text{as}}_{\text{SOS}} 1200-1275 \text{ cm}^{-1}$ . Bu soxada boshqa funksional guruhlar IK nurlari yutilisha mumkin, bu esa spektrni o'rganishda qiyinchilik tug'diradi. Yuqori intensivlikka ega bo'lgan uchun bu soxadagi yutilishni C-O-C bog'i uchun xos deyish mumkin.

C-O. Karbonil guruhning valent tebranishi ushbu guruh qanday molekula tarkibida bo'lishidan kat'iy nazar, yuqori intensivlikka ega bo'lgan maksimum xosil qiladi  $\nu_{\text{C=O}} 1650-1850 \text{ cm}^{-1}$ . Bu soxada boshqa guruhlar yutish chizig'ini xosil qilmaydi. Xar xil moddalar uchun C=O guruhning chastotalari bir-biridan farq qiladi. Masalan:

Aldegid va ketonlar  $1710-1750 \text{ cm}^{-1}$

Karbon kislotalar  $1750-1770 \text{ cm}^{-1}$  (monomer)

Murakkab efirlar  $1706-1720 \text{ cm}^{-1}$  (dimer)

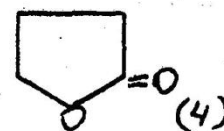
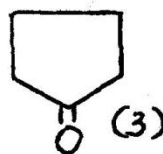
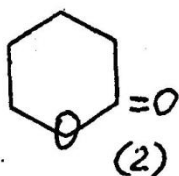
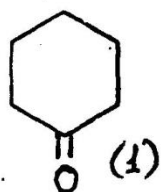
Kislota amidlari  $1735-1750 \text{ cm}^{-1}$

Kislota xlorangidridlari  $1650-1695 \text{ cm}^{-1}$

Kislota ftorangidridlari  $1765-1815 \text{ cm}^{-1}$

Kislota angidridlari  $1865-1875 \text{ cm}^{-1}$

$1740-1790$  va  $1800-1850 \text{ cm}^{-1}$



$$(1) \quad \nu_{\text{C=O}} = 1720-1700 \text{ cm}^{-1}$$

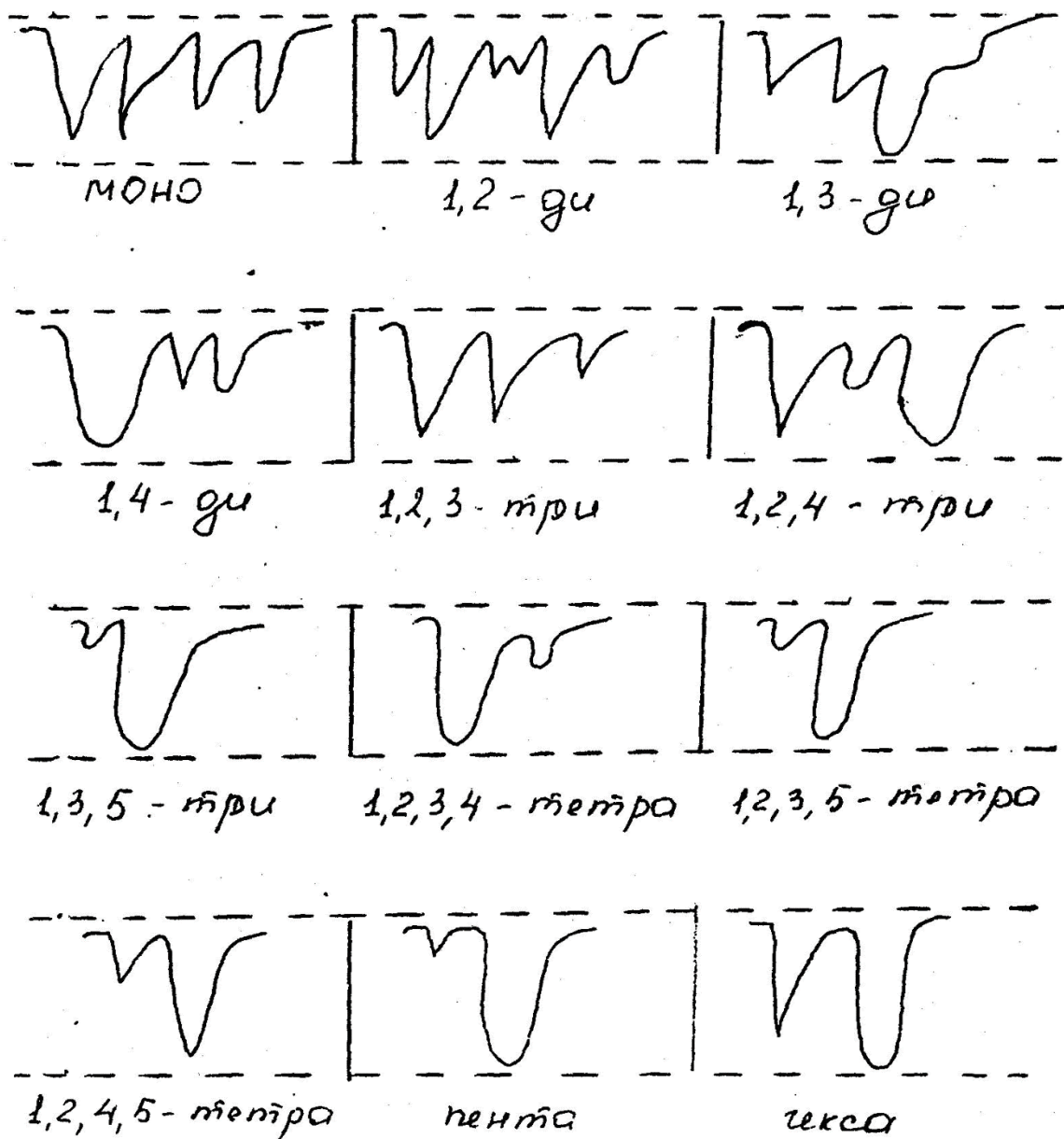
$$(2) \quad \nu_{\text{C=O}} = 1750-1785 \text{ cm}^{-1}$$

$$(3) \quad \nu_{\text{C=O}} = 1750-1740 \text{ cm}^{-1}$$

$$(4) \quad \nu_{\text{C=O}} = 1780-1760 \text{ cm}^{-1}$$

Karbonil guruhga qo'shbog' yoki aromatik xalqa joylashsa, masalan C=C-C=O yoki  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-C=O}$ ,  $\nu_{\text{C=O}} = 1665-1685 \text{ cm}^{-1}$  tashkil etadi. Demak, karbonil guruhining chastotasini bilib, unga xos keluvchi funksional guruh tabiatini aniqlash mumkin. Karbonil guruhning yutilishi asosida moddaning miqdor taxlilini ishlab chiqish mumkin. Keto-enol tautomeriya holatlarida IK spektrga asoslanib, tautometr turlarining miqdorini aniqlash mumkin.

**Aromatik birikmalar.** Benzol xalqasidagi C-C bog'ining valent tebranishi kam intensivlikka ega bo'lib,  $1585-1600 \text{ cm}^{-1}$  va  $1400-1500 \text{ cm}^{-1}$  da namoyon bo'ladi va to'yinmagan uglevodorodlardagi C-C bog'ining tebranish chastotasi qiymatlari bilan yaqin turadi. Aromatik birikmalarning IK spektrlarida C-H bog'ining deformatsion tebranishiga xos bo'lgan chastotalar  $650-900 \text{ cm}^{-1}$  da sodir bo'ladi. Bu sohadagi yutilish aromatik xalqada joylashgan radikallar tabiatini ularni bir-biriga nisbatan orta, para yoki meta holda joylashishini aniqlashga imkon beradi. Ushbu soxada yutilishning bo'lmasligi modda tarkibida aromatik xalqa yo'qligidan dalolat beradi. Aromatik xalqadagi har xil o'rin almashinishlar IK soxadagi yutilishga ta'sir qiladi. Buni bilish uchun  $1650-2000 \text{ cm}^{-1}$  soxadagi yutilish chastotalaridan foydalaniladi (quyidagi rasmga qarang).



Ko'p xalqali aromatik uglevodorodlar IK soxadagi yutilishi benzolga o'xshab ketadi. Bu birikmalar ham  $3100-1600\text{ sm}^{-1}$  va  $650-500\text{ sm}^{-1}$  soxalarida IK nurlarni yutadi. Xalqada o'rinbosarlarning bo'lishi yutilish chastotalarining qiymatiga ta'sir qiladi.

Benzol xalqasidagi xar xil o'rin almashinishlarga xos bo'lgan IK soxadagi yutilishlar ( $1650\dots2000\text{ sm}^{-1}$  soxada).

To'yinmagan geteroxalqali birikmalarning IK spektri ko'p jihatdan aromatik birikmalarning spektrlariga o'xshab ketadi: C-H furan, pirrol, tiofen va piridinlarda  $3010-3080\text{ sm}^{-1}$  va C=C  $1300-1600\text{ sm}^{-1}$  da namoyon bo'ladi. Keng tarqalgan

geteroxalqali birikmalarning asosiy chastotalari quyidagi qiymatlardan iborat ( $\text{sm}^{-1}$ ):

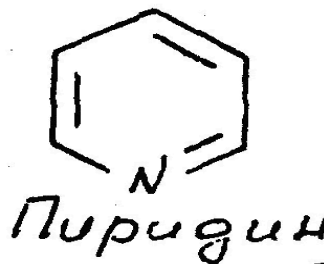
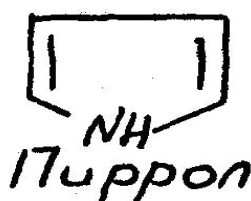
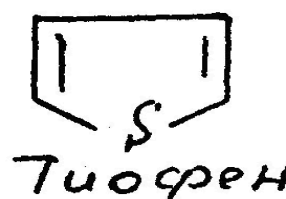
Furan 3125-31851500-1565

Tiofen 3050-31251040-1520

Pirrol 3400-34401555-1565

Piridin 3020-30701430-1650

Geteroxalqali birikmalarda C-H bog'ning deformatsion tebranishi aromatik birikmalardek o'ziga xos bo'lib, C-H  $600-800 \text{ sm}^{-1}$  da sodir bo'ladi.



H-H. Tarkibida H-H bog' tutgan moddalar tabiatda keng tarqalgan birikmalardan hisoblanadi. Bog'ning valent tebranishi  $\nu_{\text{H-H}} = 100-3500 \text{ sm}^{-1}$  da sodir bo'lib, intensivligi jixatidan OH dan ancha past bo'ladi. Aminlarning tebranish chastotalari molekulada vodorod bog' bor yoki yo'qligiga ham bog'liq bo'ladi:  $\nu_{\text{H-H}} = 3300-3500 \text{ sm}^{-1}$  (ozol),  $3100-3300 \text{ sm}^{-1}$  (bog'langan). Birlamchi aminoguruh uchun xarakterli yutilish chastotasi ikkita qiymatdan iborat bo'lib, ular yonma-yon joylashadi va suyultirilgan eritmalarda aniq namoyon bo'ladi ( $\nu_{\text{H-H}_2}^s = \nu_{\text{H-H}_2}^{\text{as}} 3400 \text{ sm}^{-1}$ ,  $\nu_{\text{H-H}} 3500 \text{ sm}^{-1}$ ). Ikkilamchi aminoguruh esa bitta yutilish chastotasiga ega. Aminoguruhning deformatsion tebranishi kuchsiz intensivlikdagi yutilish chastotasidan iborat: birlamchi aminoguruh uchun  $\nu = \text{NH}_2 1500-1625 \text{ sm}^{-1}$ , ikkilamchi aminoguruh uchun esa  $\nu = 1500-1600 \text{ sm}^{-1}$ .

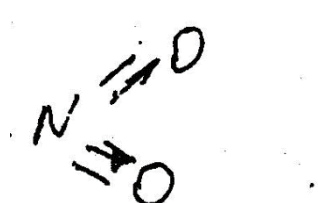
C=N<sub>2</sub>. Azometinlar  $1690-1615 \text{ sm}^{-1}$  da intensivligi yuqori bo'lgan chizig'ini namoyon qiladi va o'rin oluvchi guruhlar spektr holatiga ta'sis qiladi.



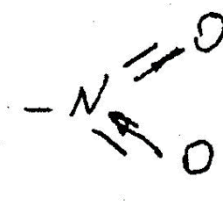
Aromatik xalqabilan tutash joylashish tebranish chastotalanini 1657-1641 $\text{sm}^{-1}$  ga o'zgartiradi, aromatik xalqalar soni ikkita bo'lganida, tebranish chastotalari 1615-1630 $\text{sm}^{-1}$ da sodir bo'ladi. COOH. Karbon kislotalarning IK spektrida aminoguruhga xos yutilish sodir bo'ladi ( $\nu_{\text{N-N}}$  -3400 $\text{sm}^{-1}$  va  $\nu_{\text{N-N}}$  -3500 $\text{sm}^{-1}$ ). Ushbu chastotalar qiymati jixatidan to'yingan uglevodorodlardagi amino guruh yutilish chastotasiga mos keladi. Qattiq xoldagi moddada vodorod bog'lar karbon kislotalari amidlarning valetni tebranishiga ta'sir qiladi -  $\nu^{\text{s}}_{\text{N-H}}$  -3200 $\text{sm}^{-1}$  va  $\nu^{\text{as}}_{\text{N-H}}$ -3350 $\text{sm}^{-1}$  da namoyon bo'ladi.

C=N. Nitril guruhining valent tebranishi  $\nu_{\text{C=N}}$  -2240-2260 $\text{sm}^{-1}$  da sodir bo'ladi. Ushbu soxada boshqa guruhlar yutilish chastotasini mos keladi. Qattiq holdagi moddada vodorod bog'lar karbon kislotalari amidlarning valent tebranishiga ta'sir qiladi  $\nu$  -3200 $\text{sm}^{-1}$  va  $\nu$  -3350 $\text{sm}^{-1}$ da namoyon bo'ladi.

NO<sub>2</sub>. Nitroguruhning valent tebranishlarni  $\nu^{\text{s}}_{\text{NO}_2}$  =1370-1390 $\text{sm}^{-1}$  va  $\nu^{\text{as}}_{\text{NO}_2}$ =1550-1580 $\text{sm}^{-1}$ da sodir bo'ladi. Nitroguruhdagi simmetrik va asimmetrik tebranishlari quydagicha ko'rinishda ifodalash mumkin:



Simmetrik tebranish



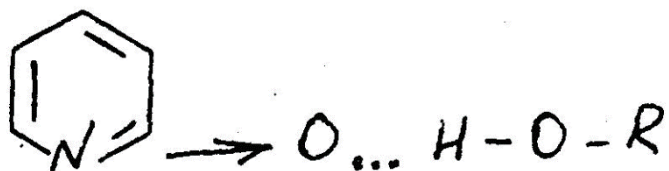
Asimmetrik tebranish

N=O. Alifatik va aromatik oksidlar MK sohada o'ziga xos yutilish chastotasiga ega.

Alifatik N=O 970-950  $\text{sm}^{-1}$

Aromatik N=O 1300-1200  $\text{sm}^{-1}$

Oksid eritmasi qutbli erituvchilarda (masalan, spirtlar) tayyorlansa,-oksid guruhi erituvchi bilan vodorod bog' hosil qilgani uchun yutilish chastotasining qiymati biroz kamayadi.



Bu bog‘ IK spektirda  $2550-2600\text{ cm}^{-1}$  sohada tebranish chastotasini namoyon qiladi. Ushbu IK soxada boshqa funksional guruhlarning yutilish chastotasi bo‘lmagani uchun bu guruh molekulada borligini aniqlash mumkin, lekin uning intensivligi uncha yuqori emas (9 jadval).

9-jadval

### Muxim moddalarning tebranish chastotalari jadvali

CHastota, $\text{sm}^{-1}$	Intensivligi	Tebranish tabiati	Biriklamar
1	2	3	4
3620-3600	K-li, ur.	$\nu_{\text{OH}}$ (ozod)	Spirtlarning suyutirilgan eritmalari
3600-350	K-li, ur.	$\nu_{\text{OH}}$ (sogl.)	Spirtlardagi molekular ichra vodorod bog‘i
3500	ur	$\nu^{\text{as}}_{\text{NH}_2}$ (ozod)	Birlamchi amidlarning suyultirilgan eritmasi
3400-3350	ur.	$\nu_{\text{NH}}$ (ozod)	Ikkilamchi aminlar,amidlar
3350-3520	K-li, ur.	$\nu_{\text{OH}}$ (ozod)	Kislotalarning suyultirilgan eritmalari
3500-3400	K-li, ur.	$\nu_{\text{NH}}$ (ozod)	Birlamchi aminalar amidlar
3400	K-li, ur.	$\nu^{\text{s}}_{\text{NH}_2}$ (ozod)	Amidlar Suyutirilgan eritmas
3330-3260	ur.	$\nu_{\text{=ch}}$	O‘rin almashgan atsitlenlar
3300-3280	ur	$\nu_{\text{NH}}$ (bog‘l)	Almashilgan amidlar
3200-2500	ur	$\nu_{\text{NH}}$ (bog‘l)	Kislotalarning dimeri
3100-3020	ur., k-siz	$\nu_{\text{CH}}$	Arenlar
2962	K-li	$\nu^{\text{as}}_{\text{sn}_3}$	Alkanlar
2930-2910	ur	$\nu^{\text{as}}_{\text{sn}_3}$	Benzol xalqasidagi $\text{CH}_3$
2926	K-siz	$\nu^{\text{as}}_{\text{sn}_2}$	Alkanlar
2890	K-siz	$\nu^{\text{as}}_{\text{s-n}}$	Alkanlar
2880-2860	ur., k-siz	$\nu^{\text{as}}_{\text{sn}_3}$	Alkanlar, benzol
2860-2850	ur	$\nu^{\text{as}}_{\text{sn}_2}$	xalqasidagi- $\text{CH}_2$ Alkanlar

2695-2830	k-siz	$\nu^{as}S(O)n$	Aldegidlar
2250-2100	k-siz	$\nu^{as}S=S$	Alkinlar
2240-2260	ur		Nitrillar
1850-1650	juda k-li	C=O	Karbonilli birikmalar, kislota va ularning xosilalari
1680-1600	ur., k-siz	C=C	Alkenlar
1600-1585	ur.,k-siz	C-C	arom Arenlar
1500-1400	ur.,k-siz	C-C	Arenlar
1550-1580	ur.,k-siz		Nitrobirikmalar
1460	ur		Alkanlar
1450-1300	k-siz		Urin almashgan etilenlar
1410-1390	ur.,k-siz	CH	Uchlamchi butil guruh
1420-1330	ur	OH	Spirtlar, fenollar, kislotalar
1385-1370	ur.	CH <sub>2</sub>	Geminal dimetil guruh
1385-1375	ur.	CH <sub>2</sub>	Metilbenzollar
1380-1370	k-siz	CH <sub>2</sub>	Alkanlar
1370-1390	ur.,k-siz		Nitrobirikmalar
1280-1230	k-siz		
1280-1200	ur.	C-O-C	Murakkab efirlar
1250-1180	ur.		
1220-1185	ur.	C-O	Ikkilamchi va uchlamchi spirtlar
1145-1105	ur.k-siz	C-O	Ketallar va atsetallar
1150-1050	ur.	C-O-C	Efirlar
1025-1060	ur.,k-siz	C-O	Spirtlar
970-950	ur.	CH	Trans-alkanlar
900-650	ur.	CH	Arenlar
860-550	ur.	CH	Alkilxloridlar
750-650	ur.	C-Cl	Sis-dienlar
700-500	ur.		Alkilbromidlar
600-500	ur.		Alkilyodidlar
3100-3000	ur.,k-siz	=CH	Alkenlar

## Infraqizil spektroskopiya usuli apparatlari.

Bu usulda qo'llanadigan jixozlar spektrometr yoki spektrofotometr deb ataladi. Ushbu priborlar yordamida nur chiqish intensivligi o'lchanadi va ular detektorli qurilmaga fokusirovka qilinadi. Dispergirlashgan elementning turiga qarab ular uch asosiy klasslarga ajraladi:

1. Prizmali; 2. Difraksion; 3. Kombinirovka prizma-difraksion.

Gruppa yoki radikallarga oid ma'lumotlar, kationlarning anionlar bilan beradigan valent tebranishlarini aniqlashda infraqizil spektroskopik taxlil yaxshi natija beradi. Infraqizil nurlarni yutish va qaytarish spektrlari bilan qattiq modda tarkibidagi kompleks gruppalar va radikallar tuzilishi orasida nazariy bog'liqlik bor. SHu bog'liqlik tekshirilayotgan modda bilan etalon infraqizil spektrlarini solishtirish va boshqa usullar orqali amalga oshadi.

**Tekshirish uchun uskunalar.** IQ nurlarini o'tkazish, nur qaytarilishi va nur yutishi spektrlari  $0,76 \div 25$  mk to'lqinlari oralig'ida maxsus IQ spektrofotometrlarda olinadi.



1- rasm. Fure-IQspektrometri Bruker Vertex 70.

Hozirgi kunda IQS-12 (bir kanalli, bir nurli), IQS-14 va IQS-21 (ikki kanalli) jihozlari mavjud.

CHet el jihozlaridan: UR lar, ayniqsa UR-20 (Germaniya) modeliga oid Bekman spektrometrlari qo'llaniladi. Bu apparatlarining yutug'i: 1) yopiq sistema; 2) chastotalarni tez beradi.

Mavjud jihozlarning hammasi ma'lum tekshirish diapazoniga, ko'pincha 1-2 mk ( $10000-5000 \text{ sm}^{-1}$ ) dan 25-40 mk ( $400-250 \text{ sm}^{-1}$ )gacha va 50 mk dan 300 mk va undan kattarak ( $200 \text{ sm}^{-1}$  undan kichik)larda ishlashga moslashtirilgan.

Turli firmalarning jihozlari bir-biridan IQ spektrlarini aniq tarzda berishi, ishining stabilligi, spektr olishdagi avtomatik jarayonlari bilan farq qiladi. Turli jihozlarda olingan IQ spektrlarni faqat fotometr xarakteristikasi bir-xil bo'lsa yoki jihoziy xatolar ta'siri hisobga olingan bo'lsagina taqqoslash mumkin.

### **Usulning afzalligi va kamchiliklari.**

#### **Afzalligi:**

1. Tekshiruv uchun juda oz miqdorda (1-10 mg) modda olish;
2. Qatlam qalinligi bir necha mikrondan iborat bo'lishi;
3. Tekshiruv uchun olingan namunada yo'qotishlar sodir bo'lmaydi;
4. IK nurlanishdan tekshirilayotgan moddada kimyoviy va fizikaviy o'zgarishlar sodir bo'lmaydi;
5. Ma'lum gruppalardagi atomlarning joylashishi, fazaviy holati va umuman juda nozik struktura taxlilini olib borish imkoniyati;
6. Tajriba natijalarining avtomatik ravishda fotoqog'ozga tushirish;
7. Tez parchalanib ketuvchi, o'zgarilishning kichikligidan kristallooptik va rentgenografiyada tutib bo'lmaydigan ba'zi noma'lum kristallarni topish;
8. Moddalarni IQ spektrining hamma to'liq uzunligida nur sindirish ko'rsatkichini aniqlashga imkon beradi;

#### **Usulning kamchiliklari:**

1. Juda oz miqdordagi qo'shimcha (1-5 % dan kam) va ba'zi juda ham kam gruppировkalarini namoyon etmaydi;
2. Mikdoriy analiz natijalarining yuqori darajada emasligi;
3. IQ nurlarini qaytarish spektrlarini olishni biroz qiyinligi;
4. Reshetkaning ichki tebranishlari bilan anionlar tebranishi o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rsata bila olishi;

5. Kristallning maydon kuchlanishini xarakterlovchi koeffitsientlar to'plamini yetarli darajada ishonchli emasligi;

6. Qiymati jihatidan yaqin va izomorf o'zgaruvchan atomlarning tebranish chastotalarini idenfikatsiyasidagi qiyinchilik.

7. Moddalarni mexanik maydalashda va KBr bilan tabletkalar presslashda struktura o'zgarishi extimoldan holi emas. Yana tekshirilayotgan modda kristallarining KBr bilan aralashib ketishi;

8. Kukunning ba'zi qismlarida nurlanishning har xil o'tirishi natijasida nur qaytarish va yutilishida noaniq effektlarning paydo bo'lishi.

### **Mavzuga oid nazorat savollar.**

1. IQ nuri kim tomonidan va qachon kashf etilgan?
2. Infraqizil nurlarining to'liq uzunligini o'lchov birliklarida keltiring.
3. Moddalarning infraqizil spektrlari nima bilan xarakterlanadi?
4. IQ nurlarni yutish, o'tkazish va qaytarish spektrlari qanday ifodalanadi?
5. Nur yutish polosalari haqida tushuncha bering.

### **Yadro magnit rezonansi (YaMR)**

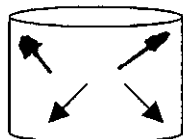
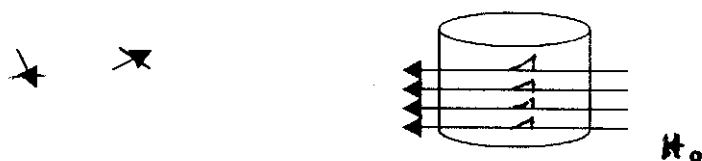
Yadro magnit rezonansi xodisasini birinchi marta 1946 yilda AQSH da Persell va Blox, Angliyada Rollin kuzatgan edilar. Bu kashfiyotni ochganliklari uchun Persell va Bloxlarning Nobel mukofotiga sazovor bo'lganlar. Organik kimyoda bu usulning qo'llanilishi 1953 yilga to'g'ri keladi. Xozirgi vaqtda esa spektroskopiya usullari ichida Qattiq va suyuq moddalarni o'rganishda eng muhim axborot beruvchi usul hisoblanadi, u «magnitli atom yadrolarini» o'rganadi (masalan, vodorod atom yadrosi-protonlar).

Energiyaning o'zgarish bu holatda atom yadrolarining magnit xossalari bilan bog'langan. Atom yadrolarining magnitizmi ularning o'z Yadro magnit rezonansi asosida, boshqa spektroskopiya usullariga o'xshab, Bor nisbiyligi yotadi.

$$\Delta E = h\nu \cdot (\Delta E = E_1 - E_2)$$

Yadrolarni o‘z o‘qi atrofida aylanishi bilan tushuntiriladi (yadrolarining bu xususiyatlari spinlar deb aytiladi). Yadrolar elektr zaryadiga ega bo‘lib, ularning aylanishi aylanma tok ham yadrolarni mitti magnitchalarga (dipollarga) taqqoslash mumkin.

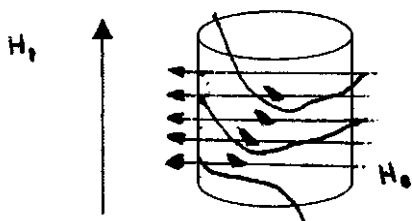
Agar vodorod atomlaridan tashkil topgan qandaydir moddani kuchli magnit maydoniga joylashtirsak, undan magnit dipollari kompas milining Erning magnit maydoniga qarab moslanishga o‘xshab yo‘naladi.



$H_0$  бўлмагандаги ядро диполининг йўналиши

$H_0$  мавжудлигидаги ядро диполининг йўналиши

Mos keluvchi yuqori chastotali kuchli impuls ta‘sir etib, yadro dipollarini magnit maydonining yo‘nalishiga nisbatan burish mumkin. Yadro magnitlarining o‘ziga xosligi shundan iboratki, yuqori chastotali impulsdan keyin tezda boshlangich holatiga kaytmaydi va magnit maydoni atrofida pildiroqqa o‘xshab aylanadi.



Ko‘p miqdordagi magnit dipollarining birgalikdagi harakati maydon yo‘nalishiga perpendikulyar joylashgan yuqori chastotali g‘altakda o‘zgaruvchan magnit maydoni xosil qiladi. Shunday qilib, ma‘lum kuchlanish paydo bo‘lib, uning chastotasi yadro dipollarining aylanishiga tegishli bo‘ladi. Yuqori chastotali

kuchlanishni paydo bo'lishi YaMR signali bo'lib, u atom yadrolarining son o'lchovi hisoblanadi.

Yadrolarning magnit xususiyati harakat miqdor momenti bilan belgilanib, ya'ni spinlar bo'lib, kvant kimyosi nazariyasiga ko'ra, yadrolarning eng Ko'p harakat miqdor momenti yaxlit va yarim qiymatlarda bo'lishi mumkin. Spin kvant sonini  $J$  deb belgilasak, yadro  $2J + 1$  holatda bo'lishi mumkin.

Agar  $J = 0$  bo'lsa, magnit momenti ham nolga teng bo'ladi, agar  $J \neq 0$  bo'lmasa, u hodda magnit moment harakat momentining vektoriga doim parallel holda bo'ladi. Agar magnit momentining qiymatini  $M$  bilan belgilasak, butun o'lchanadigan magnit momentlari qiymati  $mMJ$  holda ifoda qilinadi, bunda  $M$ -magnit kvant soni bo'lib, quyidagi qiymatlarga ega bo'ladi :

$$M = J, J-1, J-2, \dots, J+1 + 1-J$$

Harakatning miqdor momenti va magnit moment vektorlari parallel bo'lgani uchun yadroning magnit momenti xususiyatini qiymat bilan belgilab, quyidagi nisbiylik bilan ifodalaymiz:

$$M = \gamma(J \cdot h)$$

$\gamma$ -gidromagnit nisbiyligi;

$M$ -magnit momenti;

$J$ -spin kvant soni;

$h$ -plank doimiysi;

$\gamma$ -o'lchov birligi radian gauss<sup>-1</sup>, sek<sup>-1</sup>.

Yadro magnit momentining qiymatini boshqa usul bilan ifoda etish mumkin, ya'ni protonning magnit momenti spini  $J = 1/2$  bo'yicha olinsa, uning magnit magnetoni  $e\hbar/2m_p$  ga teng, bunda  $m_p$ -proton massasi,  $e$ -proton zaryadi,  $S$ -yorug'lik tezligi.

Yadroning xaqiqiy yadro momenti spini  $J$  ga teng bo'lsa, uni yadro magnetoni orqali quyidagicha ifodalash mumkin:



$$M = g \frac{eh}{2m_p c}$$

ch - o'lchovsiz doimiylik bo'lib, yadro (geh) - omil deb aytiladi.

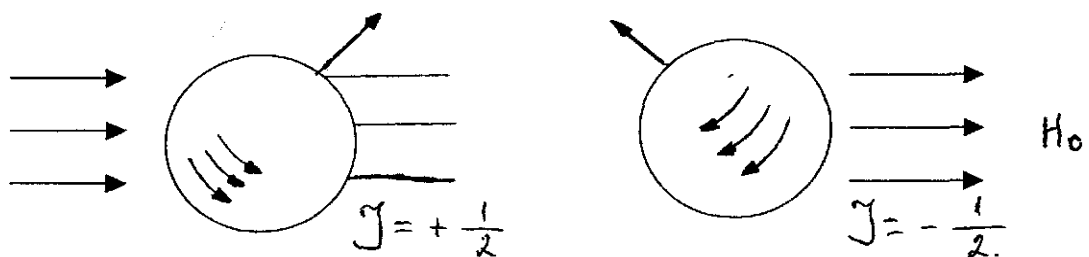
Ma'lum yadro spinlarining to'liq mundarijasida ma'lum qonuniyatni, ya'ni tartib nomeri Z va massa soni A yordamida ifodalash mumkin.

Agar massa soni A tok sonlardan iborat bo'lsa, yadro spini  $J=S$  ga teng, massa soni A va tartib nomeri juft, tartib nomeri tok sonlardan iborat bo'lsa, spinlar yaxlit sonlardan tashkil topgan bo'ladi.

Spin kvant soni  $J = 0$  bo'lsa, yadro magnit momentiga ega emas, shuning uchun bu atom yadrolari magnit rezonans spektri bermaydi. Organik molekullar S, N va O lardan tashkil topgan uchun, ularni faqat vodorod atom yadrosi (proton) bo'yicha o'rganilgani uchun, bu YAMR usuli proton magnit rezonansi deb aytiladi /PMR/. Spin soni I va undan yuqori yaxlit sonlardan iborat bo'lgan yadrolar magnit momentidan tashqari, elektr kvadrupol momentiga ham ega, ularning xossalarini yadro kvadrupol momentiga ham ega, ularning xossalarini yadro kvadrupol rezonansi (YAKR) yordamida o'rganish mumkin.

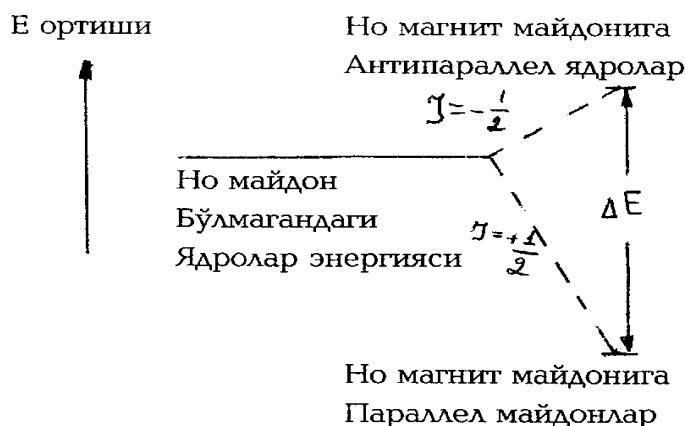
Spinga ega bo'lgan magnit zarracha kuchlanganligi N bo'lgan magnit maydoniga kiritilsa, protonning magnit maydoni tashqi magnit maydon  $H_0$  bilan ta'sirlanib, shu maydonga nisbatan turli holatlarni egallaydi. Magnit maydoniga yadroni egallab oladigan holatlar soni spin kvant soniga bog'lik holatda bo'ladi.

Protonning mitti magnit maydoni kuch chiziqlari tashqi maydon kuch chiziqlari bo'yicha yoki unga qarama-qarshi yo'nalgan bo'lishi mumkin.



Ядро спинини магнит майдондаги икки ҳолат

Magnit maydoni, tashqi magnit maydon  $H_0$  bo'yicha yo'nalgan yadrolar (ularning spini  $S$  ga teng) tashqi maydon kuchlanganligi  $H_0$  ni ortishiga sabab bo'lsa, teskari spinga ega bo'lgan yadrolar aksincha, tashqi magnit maydon kuchlanishini kamaytiradi. Natijada yadrolarning ayni holda protonlarning energetik pog'onasi magnit maydonida ikkiga ajraladi



Shunday qilib, yadrolarning bir qismi pastki pog'onada, qolgan qismi esa yuqori pog'onada joylashadi. Pog'onalar energiyalarning farqi  $E$  ga teng. Tabiiyki, pastki pog'ona energiyasi kichik bo'lgani uchun unda yuqori pog'onaga nisbatan ko'proq yadrolar joylashadi. Boshqacha aytganda, spinlari  $H_0$  maydon yo'nalishiga mos kelgan  $J = -I$  yadrolar spinlari  $H_0$  maydonga qarshi yo'nalgan yadrolarga nisbatan ko'proq bo'ladi. Lekin tashqi magnit maydon  $H_0$  ga nisbatan yadrolar energiyasining farqi  $E$  juda kichik bo'lganligi sababli, yuqori va quyi pog'onadagi yadrolar soni ham bir-biriga yaqin bo'lgan. Odatdagi temperaturada yuqori va quyi pog'onalar zichligidagi farq umumiy yadrolarning 0,0001 qismidan oshmaydi. Masalan, yuqori pog'onada 1000000 ta yadro joylashgan bo'lsa, quyi pog'onada 1000010 ta yadro, ya'ni milliondan untagina yadro ortiq bo'ladi, holos. Muvozanatda turgan ana shu sistemaga elektromagnit to'lqinlar bilan ta'sir ettirilsa, bu to'lqinlar energiyasi pog'onalar farqi  $E$  ga mos kelgan vaqtda rezonans hodisasi kuzatiladi. Rezonans natijasida energiya yutilishi quyi pog'onadagi yadrolar  $\Delta E$  ga barobar energiyani yutib, yuqori pog'onaga o'tadilar ya'ni maydon bo'ylab yo'nalgan spinlar /  $J = +1/2$  / teskari tomonga ag'dariladi.

Rezonans ikkala pog'onada yadrolar soni barobarlashguncha davom etadi va elektromagnit nur ta'siri to'xtatilgach, yadrolar taqsimoti yana ilgari muvozanat holatiga qaytadi. Rezonansda ishtirok etadigan yadrolar soni kam, pog'onalar o'rtasida energetik farq  $E$  kichik bo'lgani sababli, yadrolarni kuzatish uchun (katta to'lqin uzunlik va kichik chastotali) radio to'lqinlari bilan ta'sir etish kifoya.

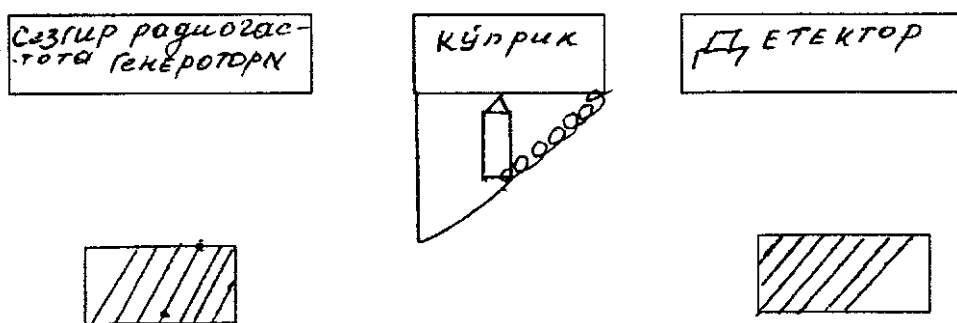
Pog'onalar energiyalarining farqi tashqi kuchlanishga to'g'ri proporsionaldir:  $\Delta E = \frac{h \cdot \gamma \cdot H_0}{2\pi}$

Bunda  $h$  Plank doimiysi,  $H$  gidromagnit nisbiyligi,  $\gamma$  o'zgaras proporsionallik koeffitsenti,  $H_0$  tashqi maydon kuchlanganligi bo'lgani uchun quyidagi ko'rinish oladi:

$$h\nu = \frac{h \cdot \gamma \cdot H_0}{2\pi} \quad \text{yoki} \quad \nu = \frac{\gamma \cdot H_0}{2\pi}$$

Ushbu tenglama yadro magnit rezonansi(YAMR)ning asosiy tenglamasidir.

Yadro magnit rezonansini kuzatish uchun aniqlanayotgan moddaning 5-20% lik eritmasi diametri 5mm bo'lgan ampulaga solinib, yuqori kuchlanishli magnit maydoniga kiritiladi (2-rasm).



**2-rasm. YAMR spektrometrning oddiy chizmasi.**

Ampula atrofidagi g'altakdan radiochastotali o'zgaruvchan tok o'tkaziladi va uning chastotasi generatordan o'zgartirib turiladi. G'altakdagi tok yadrolarni qo'zg'atuvchi energiya manbai vazifasini bajaradi, o'zgaruvchan tok chastotasi rezonans chastota hisoblanib uning energiyasiga tengdir. Rezonans xodisasi sodir bo'ladi va  $J$  energiyaning yutilishi hisobiga g'altak zanjirida tok asl holiga qaytadi.

G'altakdagi tok qiymatining kamayishi kuchaytirgich orqali avtomatik yozuv asbobida tik cho'qqisimon chiziq ko'rinishida (sigaal) yozib olinadi(3-rasm).



3-расм. ЯМР спектри /сигнали/

Shunday qilib, YaMR spektrometr yordamida birikma tarkibidagi vodorod yadrolari protonlarga oid signallar yozib olinadi. Tabiiyki, qo'llaniladigan erituvchilar tarkibida protonlar bo'lmasligi kerak, chunki erituvchi protonlarning signallari aniqlanayotgan modda signallarini qoplab(berkitib) qo'yishi mumkin. SHuning uchun, aniqlanayotgan moddaning 25-30 mg miqdori protonlari deyteriyga almashgan deytero-erituvchilar( $\text{CDCl}_3$ -deyteroxloroform) da eritiladi.

YaMR-spektr uchta kattalik(parametr) bilan tavsiflanadi.

Signal(choqqilarning) o'rni yoki kimyoviy siljish.

Signallar soni va ularning intensivligi.

Signallarning ajralib ketish yoki spin-spin ta'siri.

### Mass – spektrometriya usullari

Organik moddalarning tadqiq qilishning mass-spektrometriya usllari 50-yillarning o'rtalarida bunyodga kelib, ayniqsa uning keng miqyosda rivojlanishi 1960 yildan boshlandi.

Mass-spektroskopiyani spektroskopik usullarning biri deb qaraladi, ammo bunday qarash xato hisoblanadi. Optik spektroskopiyada nurlanishidan keyin modda molekulasi boshlangich holatga o'zgarmasdan qaytadi, ammo mass-spektrometriyada molekula qo'zg'aladi, ionlanadi va molekulyar ion parchalanadi. Bu parchalangan ionlardan boshlangich molekula xosil qilish mumkin emas. Shunday qilib mass-spektrning xosil bo'lishiga sababchi bo'lgan bir qancha moddalarning yig'indisini molekulaning bir holatdan ikkinchi holatga o'tish xodisasi deb qarash noto'g'ri hisoblanadi.

Mass-spektrometriya usulining boshqa usullardan ustunliklaridan biri, bu usul yordamida namunaning miqdori pikogrammlar (10 gramm) da bo'lganda ham o'rganish mumkin, bu esa juda oz miqdordagi biologik faol moddalarning tarkibini aniqlashda katta yordam beradi. Adabiyotlardan ma'lumki, agar mass-spektrometr elektron hisoblash mashinasi (EXM) bilan jixozlangan bo'lsa, juda ham oz miqdordagi dorivor moddalarni aniqlash mumkin (masalan, gormonal preparatlarni aniqlash miqdori 200-300 pikogramm).

Mass-spektroskopiyaning eng muxim amaliy ishlaridan biri murakkab organik birikmalar, metallorganik birikmalar va peptidlarning tuzilishini aniqlashda beradigan ma'lumotlaridir.

Organik moddalarning uning yordamida o'rganiladigan soxalari quyidagicha:

- 1) tabiiy gazlar; 2) havo; 3) sanoat chiqindilari; 4) yonish natijasida xosil bo'ladigan gazlar; 5) aerozollar.

AQSH dagi mass-spektrometriyaning hamma turlari tashqi muxitni tekshirishda moddalarning konsentratsiyasi  $10^{-7}$ g bo'lganda ham muxim axborot beradi. Shu narsa ma'lumki, mass-spektrometr yordamida DDT 30 ga yaqin metabolitlar xosil qilishi aniqlangan. Yuqoridagi amaliy ishlardan tashqari, bu usul yordamida murakkab tabiiy birikmalarning stereokimyosi bilan bog'liq bo'lgan nazariy masalalarni xal qilish mumkin.

Mass-spektrometriya xodisasiga uchragan organik moddalarda ro'y beradigan xodisalarni ko'rib chiqamiz.

Mass-spektroskopiya molekula bo'ladigan ionlanish va dissotsiatsialanish xodisalari elektron zarbasi, fotonlar va kuchli elektr maydoni ta'sirida ro'y beradi. Ionlanish. Mass-spektrometrda parchalangan ionlarning xosil bo'lish jarayoni molekulani elektronlar bilan ta'sirlanishidan boshlanadi, unda energiya 100 eV ga teng bo'lsa, tezligi  $5,9 \times 10^6$  m/sek bo'lib, molekula bilan uning to'qnashish vaqti taxminan  $10^{-7}$  sek. ga teng bo'ladi.

Kuchli elektronlar oqimi molekulaning elektron qavati bilan ta'sirlashib, molekulaning elektron-qo'zg'algan holati ro'y beradi va u quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$\tau = h / \epsilon$$

h-plank doymisi,

$\epsilon$  - qo'zg'algan holat energiyasi.

Oddiy mass-spektrometrdagi 15eV, 4x10sek.<sup>-17</sup> Ga teng,  $\tau$  - ni qo'zg'algan molekulaning yoki ionning xosil bo'lish vaqti deb qarash mumkin.

Atom va molekularning ionlantiruvchi elektronlar bilan to'qnashuvini shunday izoxlash mumkin: elektron o'zining ma'lum energiyasini yo'qotadi, molekula esa qo'zg'algan holatga o'tadi. Molekulyar ion - elektron  $\Delta E$  ning eng kichik qiymatida ionlar xosil bo'lish imkoniyatiga ega bo'lsa bu ionlanish energiyasi deb aytiladi.

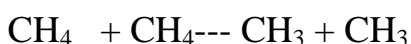
Organik moddalarning ionlanishini bir qancha umumiy usullari mavjud.

**Fotonlar.** Ko'pgina organik moddalarning ionlanish potentsiali 13 eV.dan kichik qiymatda bo'lgani uchun ionlanishni potentsial olib borish uchun qisqa to'lqin uzunlikdagi nurlanishdan foydalanish mumkin. Fotonlarning qulay manbasi sifatida nurlanish energiyasi 21 eV ga teng bo'lgan geliyli asbobdan foydalanish mumkin. Ionlanish xonasida nurlanish intensivligi qancha yuqori bo'lsa, bu xonadan ionlarning chiqishi shuncha ko'p bo'ladi, ya'ni spektrometrning sezgirligi shuncha yuqori bo'ladi .

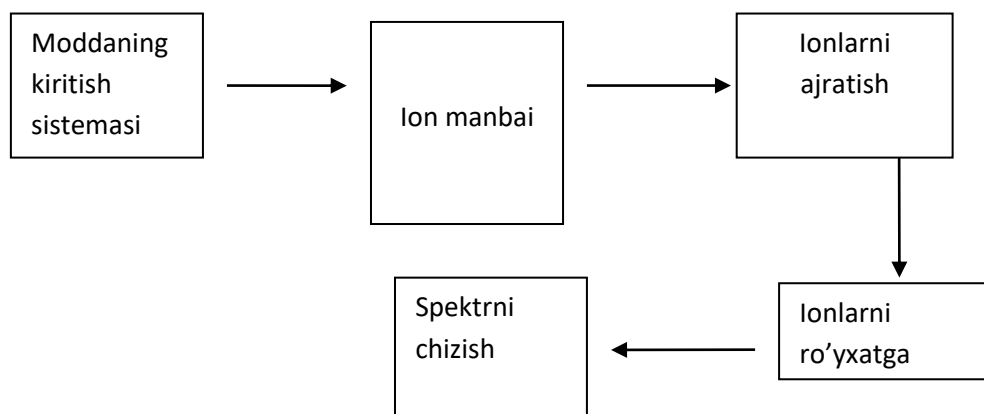
Vakuumdagi cho'g'langan simdan xosil bo'lgan elektronlar ayrim potentsial bilan tezlashadi va ionlanish xonasiga kirib boradi. Shunday qilib, elektronlar qiymatga ega bo'ladi. Potentsial 5 dan 100 eV oralig'gacha o'zgaradi, ammo mass-spektr 70 eV da o'lchanadi, chunki bu kuchlanish ionlarning maksimal tarzda xosil bo'lishiga etarli hisoblanadi.

Fotonlar va elektronlar yordamida ionlanish ishining olib borilganidan ion ma'nosidagi ionning saqlanish vaqti taxminan 10<sup>-6</sup> sek. ga teng.

**Kimyoviy ionlanish.** Molekula va ionlar to'qnashishganda yangi zaryadlangan zarrachalarning xosil bo'lish reaksiyalarini kuzatish mumkin. Masalan, metanning molekulyar ionini neytral molekulasi bilan reaksiyaga kirishib, mustaxkam CH<sub>3</sub> ion xosil bo'lishi mumkin:



Zamonaviy mass-spektrometrlarda turli xil ionlanish hodisasidan foydalaniladi, bu o'z navbatida, ayniqsa aralashmalar o'rganilganda ko'p miqdordagi axborotlar olishga imkon beradi.

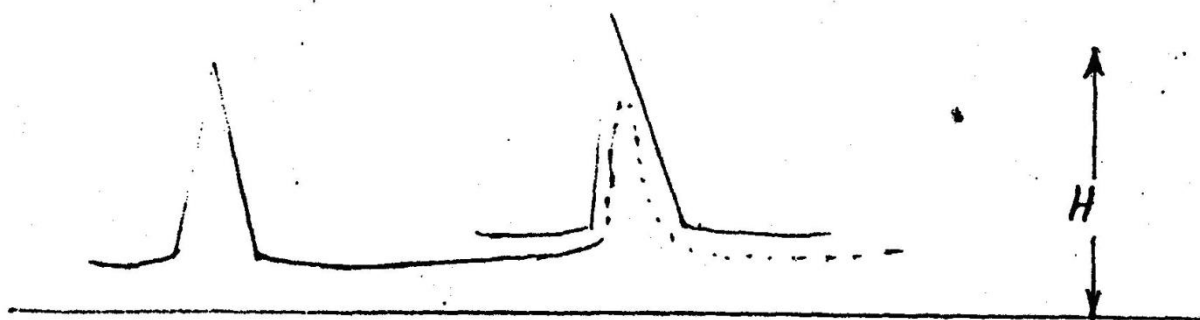


Mass-spektrometrlarning turlari juda ko'p va ularning hammasida ham yuqorida eng muxim qismlar keltirilgan bir kancha usullari bor. Masalan:

**Sovuq holda kiritish..** Bu usul gazlar uchun hamda uy xaroratida va  $10^{-2}$  mm.sim. us. bosimida oson uchadigan moddalar uchun ishlatiladi.

**Issiq holda kiritish.** Organik moddalarning bug' holatiga kelish uchun mass-spektrometr sistemasi  $300^{\circ}\text{C}$  gacha qizdiriladi.

**To'g'ridan-to'g'ri kiritish.** Mass-spektr olish uchun sistemada chuqur bosim xosil qilish ( $10^{-6}$  mm.sim.ust.ga yaqin) bilan birga qizdirilsa, ko'p birikmalar oson parchalanish holatiga keladi, bu usul bilan molekula og'irligi 2000 gacha bo'lgan birikmalarning mass-spektrini olish mumkin.



$$m_1 - m_2 = \Delta M$$

$$M_2 / \Delta M = 100 / 1 = 100, \text{ ya'ni, masalan} = 101 \\ = 100$$

$$\text{Azap} = 100,005$$

$$= 100$$

$$\Delta M = 0.005$$

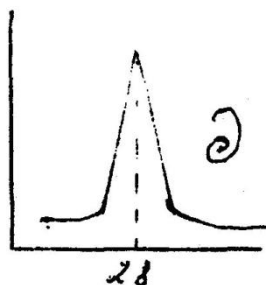
$$100 / 0.005 = 20000$$

Demak, massalarning farqi juda kam bolsa, asbobning ionlarini ajratib olish qobiliyati shuncha yuqori bo'ladi. Asboblarning ionlarni ajratish qobiliyati kichik, o'rtacha va yuqori bo'lishi mumkin. Yuqori ajrata olish qobiliyatligi -6000 dan katta; o'rtacha ajrata olish qobiliyatligi -1000-5000 gacha; kichik ajrata olish qobiliyatligi -1000 gacha.

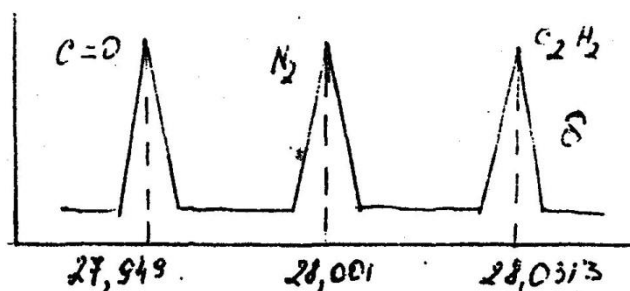
Agar magnit maydonida ajralgan ionlar yo'lga elektr maydoni xosil qilinsa, bunda ionlarning bir-biridan ajratish qobiliyati oshadi (qo'sh fokuslash).



Elektr maydoni magnit maydonidan avval yoki keyin qo'yilishi mumkin.



а - қўш фокуслашсиз

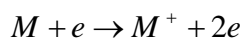


б- қўш фокуслаш билан

Demak, ikkinchi holatda asbob massalari bir-biriga yaqin bo'lganda ham bir-biridan ajralgan molekulyar ionlarini olish mumkin.



**Molekulyar ionlar.** Molekulyar ionlar molekulaga elektronlar oqimi ta'sir etilganda xosil bo'ladi, bu jarayoning yuz berishi natijasida molekuladan bitta ion chiqarib yuboriladi.



Molekulyar ionlarning massalari namunaning molekula og'irligini va empirik formulasini ifoda etadi. Molekulyar ionlar boshqa ionlardan spektrda xosil bo'lish holati bilan farq qilgani uchun uni spektrdan oson topish mumkin, ammo ayrim hollarda ularning intensivligi juda kichik bo'lgan uchun aniqlash qiyinlik tug'diradi.

Molekulyar ionlarning barqarorligi uning miqdorining parchalangan, ionlarning miqdoriga nisbati bilan belgilanadi. Agar molekulyar ionning xosil bo'lishi spektrda kuzatilmasa, bu shuni tasdiklaydiki, ionlanish natijasida xosil bo'lgan molekulyar ionning parchalanish tezligi yuqori bo'ladi. Molekula o'lchami vatarmoqlanishining oshishi ionlarning parchalanish tezligini oshiradi. Pal turli xil organik moddalarning molekulyar ion barqarorligini o'rgangan. U molekulyar ionlarning parchalanish ehtimoligini quyidagi nisbat orqali aniqlagan:

$$W_z = \frac{\sum J_f}{\sum (J_j + J_p)}$$

$\sum J_p$  --parchalanmagan molekulyar ionning to'liq; intensivligi;

$\sum J_j$  -mass-spektrdagi bir zaryadli butun boshqa ion cho'qqilari intensivligining yig'indisi.

Molekulyar ionlarning barqarorligini shunday ifoda yordamida aniqlash mumkin:

$$W_p = 1 - W_z$$

Molekula ogirligi kichik bo'lgan uglevodorodlarda quyidagicha o'zgaradi:

Asetilen uglevodorodlari qiymati- 0,752;

Olefinlar - 0,389; Parafinlar - 0,120.

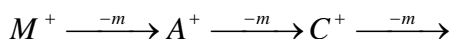
Molekulyar ionlarning barqarorligi zanjirning tarmoqlanishi bilan pasayadi. Uzun zanjirli molekulalarga aromatik xalqa kiritilsa, molekulyar ionning

barqarorligi oshadi. Agar molekulyar ionning ichki energiyasi yetarli bo'lsa, uning parchalanishi natijasida undagi neytral zarrachalar chiqib ketadi va parchalangan (bo'lakli) ionlar xosil bo'ladi.

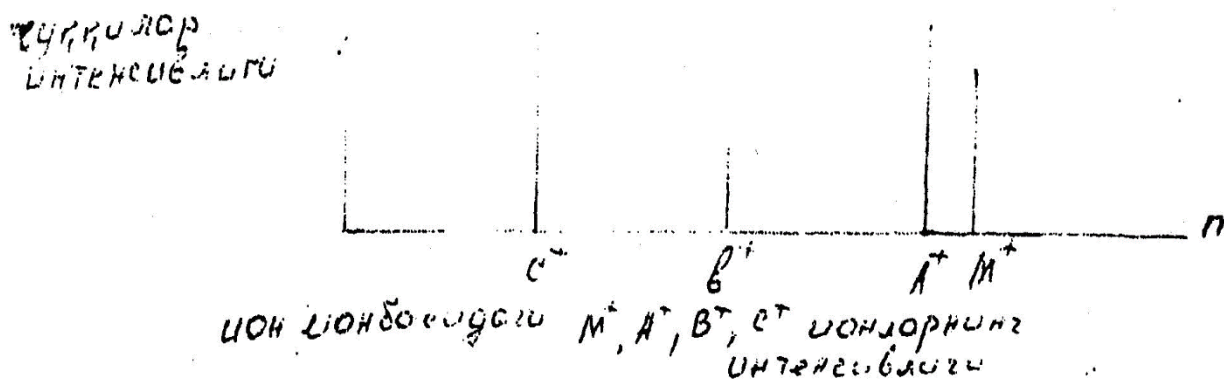
**Bo'lakli ionlar.** Molekulyar iondan dissosiyalanish jarayoni natijasida bo'lakli ionlar xosil bo'ladi. Neytral molekuladan xosil bo'lgan molekulyar ion kation radikali bo'lib, undan xosil bo'lgan bo'lak ionlar yoki kation- radikal bo'lakli, molekulyar iondan ajralib chiqayotgan zarracharadikal yoki neytral molekula bo'lishi mumkin.



Agar xosil bo'lgan A+ ionning ichki energiyasi etarli bo'lsa, u o'z navbatida parchalanib turli ion bo'laklarini xosil qiladi, bu jarayon oxirgi bo'lakli ion energiyasi keyingi parchalanishga etarlibo'lmaguncha davom etadi.

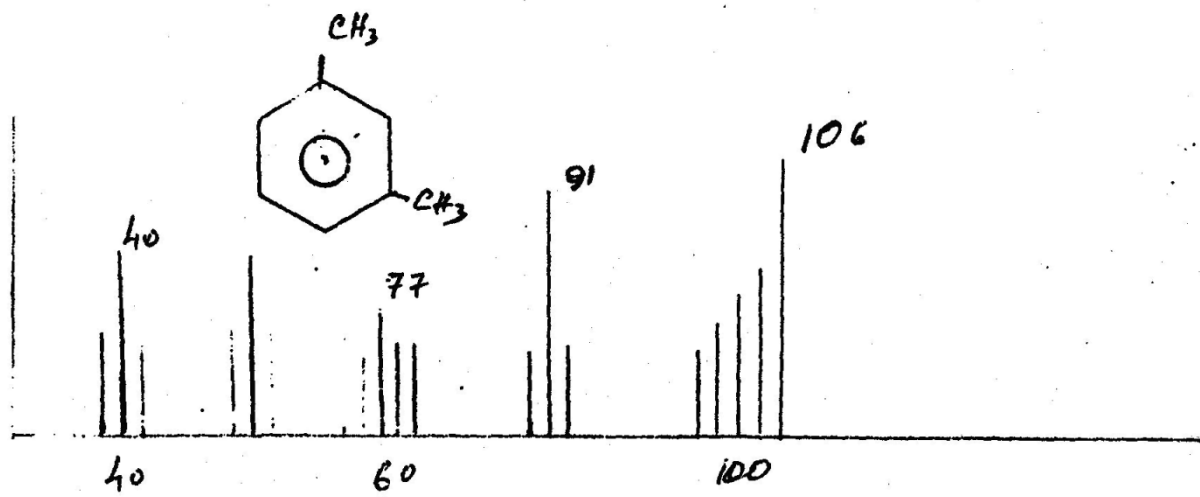


Mass-spektr bo'yicha mana shunday ketma ketlikdagi parchalanishlarni o'rganish bo'laklarning (fragmentlarning) xosil bo'lish yo'llari yoki yo'nalishlari deb aytiladi. Molekulyar ion M va xoxlagan bo'lakli ionlar (A,V,S.) bir qancha yo'nalshlar bo'ylab parchalanishi mumkin. Parchalanishningturli xil yo'nalishlarni birlashtirib, bo'lakchalarning xosil bo'lish sxemasi tuziladi. Bir yo'nalishbo'yichabo'lakchalarning xosil bo'lishchegarasimolekulyar ionning (M) belgilanibhamda ionning xosil bo'lish va uining yozilish vaqti bilan aniqlanadi. Shuning uchun ham mass-spektr faqat bo'lakchalarning xosil bo'lishligi debbilmay, balki ma'lum energiya va vaqti ularning ko'rinishi deb qarash mumkin.



### Ion manbasidagi M+, A+, V+, S+ ionlarning intensivligi

Mass-spektr maksimal cho'qqiga nisbatan boshqa ionlarni yoki umumiy tokka nisbatan foizlarda ifoda etishdir. Shuni ham ta'kidlash zarurki, har doim mass-spektrda molekulyar ion asosiy ion bo'lmisligi mumkin.



M-ksilolning mass-spektr  $e = 91$  ning intensivligi 100 birlikka teng yoki intensivligi 100 foiz.

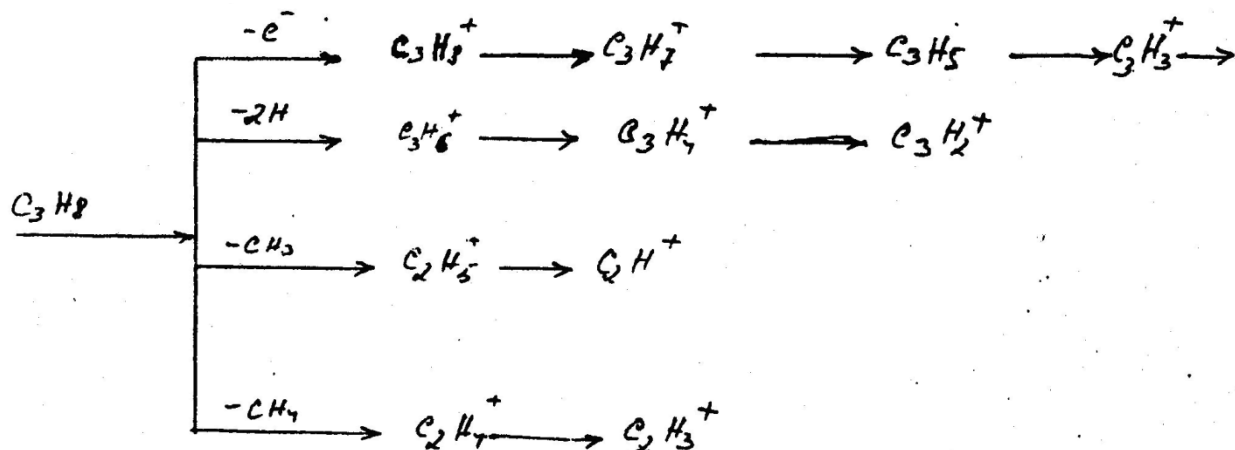
Mass-spektr neytral molekullarni o'rganmaydi, shuning uchun ham mass-spektrni taxlil qilishda eng avval qaysi bog' uziladi va qaysi bo'lak musbat zaryadini o'zida saqlab qoladi, shuni bilishimiz kerak. Ionlanish jarayonida hamma bog'lar ham kuchsizlanada, bunda birbog' boshqasiga nisbatan ko'proq kuchsizlanishi mumkin. Lennard-Djonson va Holl tomonidan neytral molekuladagi molekula orbitalarini ko'rib chiqib, n-oktanning molekulyar ionidagi musbat zaryadlar taqsimlanishini hisoblab chiqqanlar. Molekulyar orbitalari bir xil bo'lmagani uchun butun molekuladagi musbat zaryadlar ham bir xil emas, asosan OC va C-H orbitalar uchun hisoblangan zaryadlarning 23 % markazdagi C-C bog'idagi, 40 % qo'shni bog'larda, keyingi bog'larda 23 % hamda oxirgi C-C va C-H bog'larda 7% da taqsimlangan. Zaryadning taqsimlanishiga ko'ra eng ko'p uchraydigan ionlarning massasi molekulyar ion massasining teng yarmiga teng bo'lishi mumkin. Xaqiqatdan ham mass-spektrda ion cho'qqilarining balandligi shu vaqtda oshib,

maksimum bo'ldi, agar ionlar 3 yoki 4 uglerod atomini tashkil etsa, keyin bu balandlik kamayadi.

Ionlarning parchalanishi bosqichma-bosqich ro'y berib, ular asosan boshlang'ich bo'lakli ionlardan dissosiatsiyalanish natijasida xosil bo'ladi.

Dissosiatsiyalanishga bog' energiyasidan tashqari, o'rinbosarlar va xosil bo'lgan bo'lakli ionning barqarorligi ham ta'sir etadi.

Propanning parchalanishi:

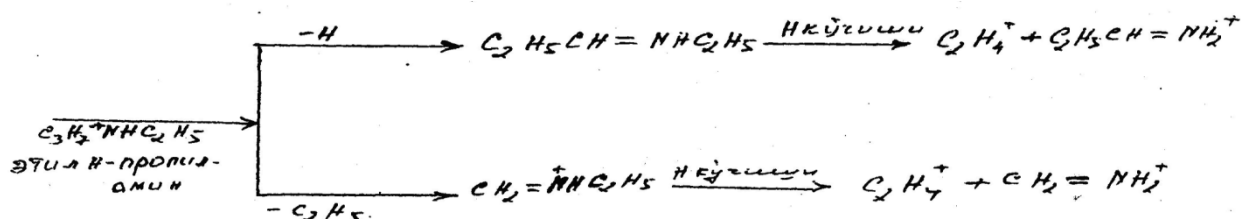


**Metostabil ionlar.** Ionlanish xonasida namunaga elektron oqimining kuchli ta'sir natijasida xosil bo'lgan ayrim ionlar metastabil xususiyatiga ega bo'lib qoladi. Ular ionlanish xonasidan chiqib ketishiga anchagina qarorli bo'lib, bir xillari kollektorga etmasdan ham dissosiatsiyalanishi mumkin. Bu ionlarning ayrimlari boshlang'ich massasi bo'lgan holda kollektorga parchalanmasdan etib olishim mumkin, ammo bir xillari ionlanish xonasidan chiqishdan oldin parchalanish xususiyatiga ega. Shunday qilib, mass-spektrda metastabil o'tishlarga xos bo'lgan boshlang'ich va oxirgi ionlarning cho'qqilari namoyon bo'ladi. Metastabil ionlarning boshlang'ich va oxirgi massalarini aniqlash molekulaning tuzilish to'g'risida xulosa qilishga imkon beradi.

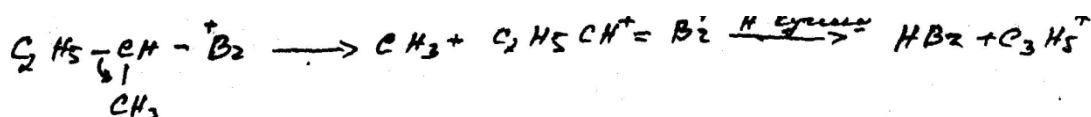
Agar massali ion parchalanib, massasi bo'lgan ion xosil kilsa, mass-spektrda metastabil ion namoyon bo'lib, uning massasiga tent keladi. Shunday qilib, massasi bo'lgan metastabil ionning spektrida topilishi boshlang'ich ion massasi va undan xosil bo'lgan ion massasi va undan xosil bolgan ion massasini aniqlashga imkon bo'ladi. Masalan, toluol mass-spektrida intensiv cho'qqilar namoyon

bo'ladi, shu bilan birga teng meta stabil ionning xosil bo'lishi shuni tasdiqdaydiki, massasi 65 ga teng bo'lgan ion massasi 91 ga teng bo'lgan iondan xosil bo'lishi uchun, boshlangich iondan C-H zarracha chiqib ketishi lozim ekan.

**Qaytadan guruhlanuvchi ionlar.** Ko'pgina birikmalar mass-spektrida zaryadlangan yoki zaryadlanmagan bo'lakchalar xosil qiladilar, ammo ularning paydo bo'lishini ko'p hollarda bog'larning oddiy uzilishi yordamida tushuntirish qiyinchilik tug'diradi. Bunday ionlar dissosiativlanishi jarayonida atomlarning qayta guruhlanishi natijasida xosil bo'ladi. Qayta guruhlanish natijasida xosil bo'lgan, ma'lum xossaga ega bo'lgan ionlar ayrim kimyoviy guruhlarga xosdir, masalan, spirtlarga ion massasi 19 ga teng bo'lgan cho'qqi tegishlidir. Ko'p molekullarning spektrlarida atomlarning qayta guruhlanish natijasida xosil bo'lgan ionlar namoyon bo'ladi. Ko'p hollarda vodorod atomining bir atomdan ikkinchi atomga ko'chishi kuzatiladi. Vodorod atomining ko'chishi geteroatomlar (O, S, N) ga nisbatan yoki boshqa holatlarda bo'lishi mumkin.

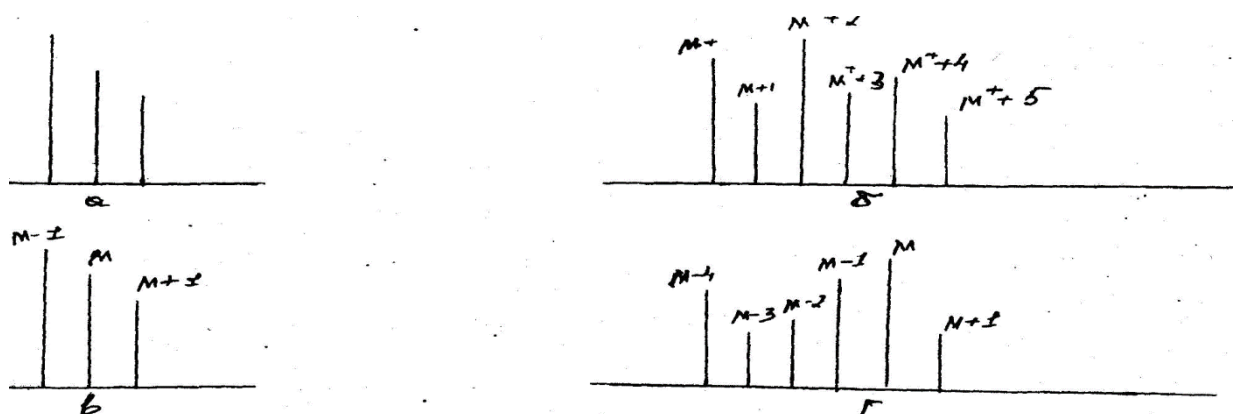


Vodorod atomining ko'chishi uning getero atom bilan birlashib, neytral molekula sifatida ajralib chiqishi bilan bo'lishi mumkin.



Tuyinmagan uglevodorodlarda qayta guruhlanish ko'p uchraydi. Hamma qayta guruhlanishni oson uchratish mumkin emas. Molekulyar ionning parchalanishi va qayta guruhlanishi natijasida xosil bo'lgan neytral zarrachalarni topish qiyin, chunki bu jarayonda zaryadlangan zarrachalar ham uchrashi mumkin. Ikkita neytral bo'lakchalar bir-biri bilan birikib, barqaror molekula xosil qilishi mumkin, shuning uchun ham mass-spektrda neytral bo'laklarning metastabil ionlarini o'rganish maqsadga muvofiqdir, chunki uning yordamida qayta guruhlanish bo'lgan yoki bo'lmaganligini bilish mumkin.

Mass-spektrni taxlil qilishda eng avval qaysi chuqqi molekulyar ionga mos kelishini xal qilish kerak. Molekulyar ion cho‘qqilarni aniqlashda unga massa qiymati bilan birga, ikki yoki bir necha birliklarga mos keluvchi izotop cho‘qqilarining bor yo‘qligini bilish kerak. O‘zida xlor, brom va oltingugurt tutgan moddalar uchun eng intensiv bo‘lganchuqqi tegishlidir. Rasmda uglerodning (a), digaloidli birikmaning (b) ksemi mass-spektrlari berilgan. Ko‘pincha spektrlarda molekulyar iondan (M) vodorod atomining chikib ketishi natijasida xosil bo‘lgan M-1, M-2 va M-3 ionlar ham kuzatiladi.



Stirilpiridin mass-spektrida eng intensiv cho‘qqi molekulyar ion Mf ga emas, balki MJ -1 ga to‘g‘ri keladi.

Spektrni taxlil qilishdagi keyingi bosqich - eng asosiy bo‘lakli ionlar borligini aniqlash hisoblanadi. Bo‘lakli ionlar qoldig‘ining massasi juft qiymatlardan iborat bo‘lsa, bu qayta guruhlanish jarayoni bo‘yicha, agar tok qiymatlardan iborat bo‘lsa, bog‘larning oddiy uzilishi natijasida xosil bo‘lganini tasdiqlaydi. Keyin spektrda metastabil ionlar mavjudligini tekshirish kerak. Molekula og‘irligini aniqlab hamda bo‘lakli ionlarning xosil bo‘lish yo‘llarini chuqur o‘rganib noma‘lum moddaning tuzilish xaqida ma‘lum xulosaga kelish mumkin.

**XROMATOGRAFDAN KIRITISH.** Gaz xromatograf kolonkasidan o‘rganiladigan modda gaz tashuvchining aralashmasi bilan chiqadi. Gaz tashuvchi oqimning tezligi odatda 50 ml/min. ni tashkil etadi, ammo bunday gaz hajmini ion manbasiga kiritish mumkin emas, shuning uchun o‘rganiladigan modda miqdorini kamaytirmasdan gaz tashuvchini ajratib olish kerak. Zamonaviy mass-

spektrometrlar EXM hamda suyuqlik va gaz xromatograflari bilan birgalikda boshqariladi.

## **2. Xromatografiya. Sifat va miqdoriy tahlil. Asosiy tahlil uskunalari.**

**Tayanch iboralar:** *Ajratish, selektivlik, yuqori samarali, sifat, miqdor tarkibi, sorbsiya jarayoni, uglevodorod aralashmasi, sezuvchi moslama, termostat, kappilyar kolonka, nasadkali kolonka, suyuq faza, qo'zg'aluvchi faza, qo'zg'almas faza, tashuvchi gaz, gel xromatografiya, gaz-suyuqlik xromatografiyasi, yuqori samarali suyuqlik-suyuqlik xromatografiyasi.*

Organik moddalarni ajratish, taxlil qilish va xossalarini o'rganish borasida kimyoviy, fizik va fizik-kimyoviy usullar orasida xromatografiya usuli ko'zga ko'ringan o'rinlardan biri hisoblanadi.

Xromatografiya usulining keng tarqalganligi uning yuqori samaraligi, tajribaning soddaligi, selektivligi, tezligi, avtomatlashtirishga qulayligi va boshqa fizik-kimyoviy usullar bilan birga qo'shib olib borish mumkinligi natijasidir.

Xromatografiya usulining o'ziga xos xususiyatlaridan biri uni keng konsentratsiya orasidagi suyuq, qattiq va gaz xolidagi noorganik va organik birikmalarni ajratish va o'rganish hisoblanadi.

Xususiyatlari bir-biriga juda yaqin bo'lgan moddalarni ajratish imkoniyatini berganligi uchun bu usul yuqori baxolanadi.

Xromatografiya o'rganilayotgan ob'ektlarni sifati va miqdoriy taxlil qilish, moddalarni fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganish, texnologik jarayonlarni avtomat ravishda boshqarish imkoniyatlarini beradi.

Keyingi paytlarda xromatografiya usuli atrof muxitni nazorat qilishning asosiy usullaridan hisoblanib qolmoqda.

Xromatografiyaning ilmiy usul qatoriga kiritilishi M.S.Svet (1872-1919) nomi bilan bog'liq. U 1903 yilda xlorofil moddasini shisha kolonkaga joylangan adsorbentdan o'tkazib ularning rangiga qarab individual xolida ajratib xromatografiya nazariyasiga asos soldi.

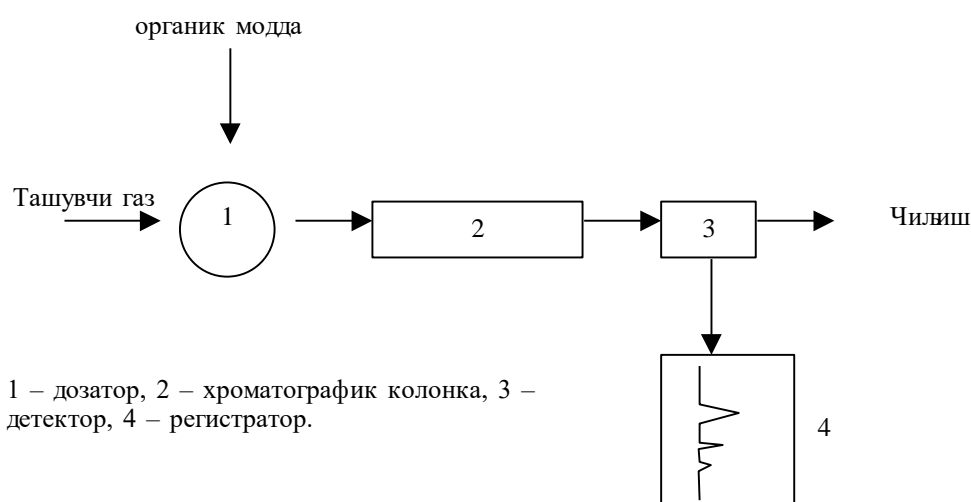
Moddalarni ajratishning xromatografiya usuli sorbsiya jarayoniga asoslanadi. Bu erda sorbsiya jarayoni deb, gazlar, bug'lar yoki erigan moddalarni

qattiq yoki suyuq yutuvchilarda (sorbentlarda) yutilishi tushuniladi. Sorbsiya – umumiy tushuncha bo‘lib, ikkiga bo‘linadi: adsorbsiya (qattiq faza yuzasidagi yutilish) va absorbsiya (butun faza xajmida yutilish).

Xromatografiya usulida aralashma moddalarni toza xolida ajratish – sorbent qo‘zg‘almas faza qatlami orasidan suyuq yoki gaz xolidagi qo‘zg‘aluvchan faza bilan birgalikda ajratilayotgan moddalar turli xil sorbsiyaga ega bo‘lganligi uchun, xar xil tezlikda surilishiga asoslanadi.

Organik va neft maxsulotlarini taxlil qilishda xromatografik jarayonni olib borish uchun gazli yoki gaz-suyuqlik xromatografidan foydalaniladi.

#### Xromatograf sxemasi.



Dozator: gaz suyuqlik yoki qattiq holatdagi modda aralashmasini xromatografik kolonkaga yo‘naltirilayotgan oqimga kiritish uchun xizmat qiladi. O‘rganilayotgan modda dozatorida mikroshpritslar yordamida kiritiladi. Oqimga kirgan moddalar aralashmasi xromatografik kolonkaning ichidagi adsorbentlar orasidan surilishi vaqtida bir-biridan ajralib ketma-ketlikda kolonkadan chiqa boshlaydi.

Kolonka. qo‘zqalmas faza – adsorbentni joylash uchun xizmat qiladi. O‘lchami va ichiga to‘ldiriladigan qo‘zg‘almas fazasiga qarab ikki turga bo‘linadi:

1. Nasadkali kolonka, uzunligi 0,5-10 m.
2. Kapilyar kolonka, uzunligi 25-100 m, diametri 0,2-0,5 mm.



Gazli xromatografiyada analiz qilinayotgan modda tarkibini aniqlashning asosiy usuli sifatida chiqish egri chizig'i bo'lgani uchun kolonkadan keyin detektor (3) o'rnatiladi va u kolonkadan chiqayotgan moddalar tarkibini ko'rsatadi. Tashuvchi gazdagi komponentlar konsentratsiyasini differensial detektor sezib yozuvchi moslama (4) modda haqidagi ma'lumotni qog'ozga tushiradi. Zamonaviy xromatograflarda registratorlar hisoblash vasitalari bilan jixozlangan.

Xromatografik jarayon natijalarini detektorlashning xilma-xil ko'rinishlari mavjud.

1. Elyuat bilan toza elyuent issiqlik o'tkazuvchanliklar farqini o'lchashga moslangan detektorlar (katarometr – issiqlik o'tkazuvchanlik detektori).
2. Elyuat bilan toza elyuent zichliklari orasidagi farqni o'lchashga moslashgan detektorlar (plotnomer).
3. Elyuat molekullari ionizatsion tok kuchini o'lchashga moslashgan (ionizatsion) detektorlar.
4. Elyuat yonadigan alanga xaroratini o'lchashga moslashgan (alanga yoki mikroalanga) detektorlari.
5. Elyuat yonish issiqlagini o'lchashga moslangan (termokimyoviy) detektorlar.
6. Elyuent yonadigan alangada ionizatsiya tok kuchini o'lchashga moslashgan (alanga-ionizatsion) detektorlar.

Gazli xromatografiyada qo'zqaluvchi faza sifatida geliy, argon, vodorod, azot, CO<sub>2</sub> va xavo ishlatiladi.

Qo'zqalmas faza sifatida gaz-suyuqlik xromatografiyasida, amalda qo'llaniladigan kolonka xaroratida uchmaydigan, qattiq tashuvchi (adsorbent) yuzasiga shimdirilgan suyuq moysimon moddalar ishlatiladi (ftal kislotasining dibutil efiri, elastomer moylar va x.k.).

Qattiq tashuvchi sifatida amalda inert bo'lgan qattiq modalar ishlatiladi (maydalangan qisht, xromton N-AW va x.k.).

Xromatografiya taxlil qilish natijalarini yuqori samarali bo'lishi ishlatiladigan tashuvchi gaz qo'zqalmas faza – adsorbent – suyuqliklarni ularga

qo'yilgan talablar asosida to'g'ri tanlashga bog'liqdir.

Organik moddalarni taxlil qilishda va shu qatorda tarkibi turli bo'lgan neft maxsulotlarini o'rganishda gaz-suyuqlik xromatografiyasini qo'llash aniq, muhim va yuqori samarali natijalarni beradi.

### **Uglevodorodlar aralashmasi tarkibini gaz-suyuqlik xromatografiya usuli bilan aniqlash**

Uglevodorodlar aralashmasini analiz qilishda gazli xromatografiya keng qo'llaniladi. Xossalari bir-biriga yaqin bo'lgan uglevodorodlar aralashmasini odatdagi usullarda analiz kam samaralidir, ular selektivlik nuqtai-nazaridan yomondir, mobodo qo'llanilishi mumkin bo'lgan taqdirda ham analiz uchun ko'p vaqt talab qiladi.

Gazli xromatografiya analizni yuqori effektivlik va tezlikda olib borish ko'rsatilgan talablariga javob beradi. Xozirgi paytda ayrim komponentlarga va ularning guruhlariga nisbatan selektiv bo'lgan suyuq fazalar mavjuddir. Ko'p sonli uglevodorodlardan tarkib topgan aralashmalarni ajratish uslublari tadqiq qilingan.

Statsionar fazani tanlash aralashmaning sifat- va miqdoriy tarkibiga boqliqdir. Nopolyar suyuq fazada aralashma u tarkib topgan komponentlarning uglerod atomlari soniga bog'liq xolda ajraladi. Shu sababli bunday faza gomolitik qator uglevodorodlarini (masalan: metan, etan, propan va shu kabilar) ajratishda qulaydir. Ushbu tipdagi fazalarda ayrim uglevodorodlar guruhi quyidagi tartibda chiqadi: izoparafinlar, olefinlar, parafinlar, naftenlar.

Polyar suyuq fazalarda aralashma moddalaridagi uglerod-uglerod bog'i energiyasiga bog'liq xolda komponentlarga ajraladi, bu esa izomerlarni ajratishda qulaydir. Moddalar quyidagi tartibda qayd qilinadi: izoparafinlar, naftenlar, olefinlar, atsetilen birikmalar.

C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub> uglevodorodlar. Yoqilg'i, neft-kimyoviy sintezi xom ashyosi va boshqa ko'pgina sistemalar uchun kerak bo'lgan engil uglevodorodlarni (C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>) tarkibini analiz qilish gaz-adsorbsiyali – hamda gaz-suyuqlik xromatografiya usullari bilan amalga oshirilishi mumkin.

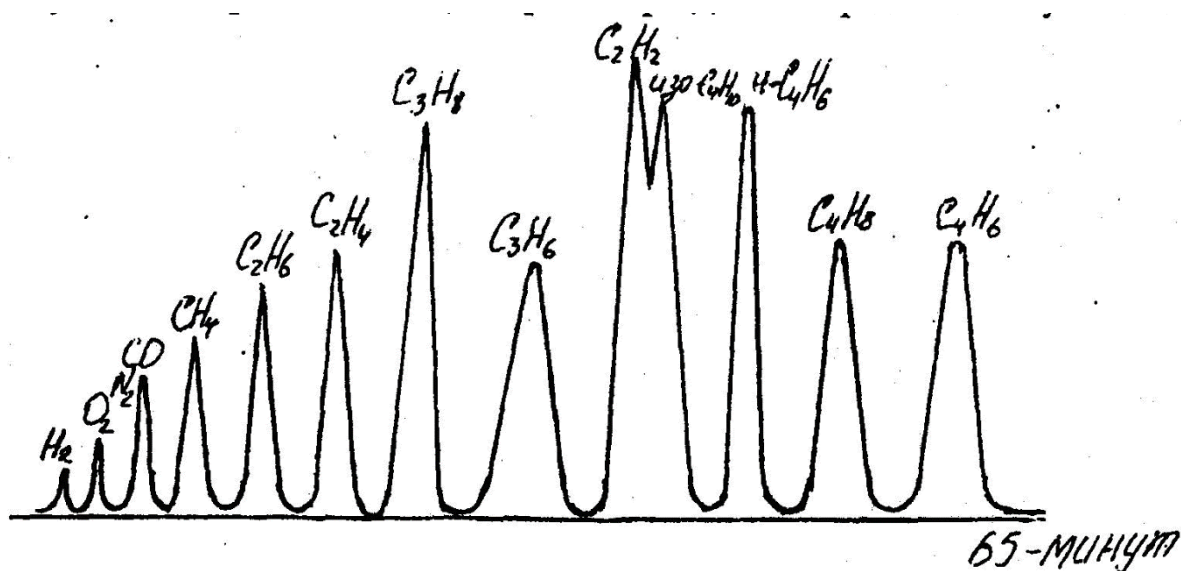
Permanent gazlar bilan engil uglevodorodlar aralashmasini ikki usul: ikki bosqichli sxema yo‘li yoki xaroratni dasturlash yo‘li bilan analiz qilinadi.

Parafinlar aralashmasini 50 sm li kolonkada xona haroratida silikagelda osongina ajratish mumkin. Biroq, ushbu adsorbentda kolonkaning uzunligi xatto 6,6 m bo‘lgan taqdirda ham n-butien, izo-betilen va butadienlar o‘zaro ajralmaydilar.

Tadqiqotchi Gorn o‘z xodimlari bilan silikagel bilan to‘ldirilgan 10m li kolonkada izo-butilenni n-butilendan to‘la ajratishga erishgan, biroq, n-butilen va bo‘tadienga aloqador cho‘qqilar bir-biri bilan qo‘shilib ketgan edi. Bundan tashqari, izo-butan bilan allen (propaden) va metan bilan uglerod oksidlar bir-biridan chala ajralganlar. Butun analiz 2 soat davom etadi. Ushbu analizning boshqa sharoitlari quyidagilar edi: 23°C harorat, silikagel zarrachalarining o‘lchamlari 0,05mm dan 0,1mm gacha, kolonkaning diametri 4 mm, vodorod oqimining tezligi 33 ml/min.

Quyi uglevodorodlarni ajratishda alyumogel qulay adsorbentdir. Analizni xuddi silikagel misolidagidek sharoitda amalga oshiriladi.

6,6 m uzunlikdagi kolonkada atsetilen bilan izo-butan hamda n-butilen izo-butilenlarning aniq bir-biridan ajralishi kuzatiladi (4-rasm).



**4-rasm. quyi uglevodorodlarni alyumogelda ajralishi (kolonkaning uzunligi – 6,6 m).**

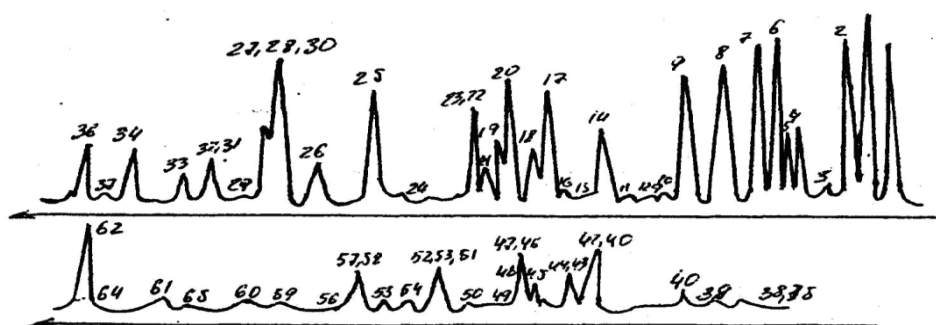
Atsetilen tarkibidagi qo‘shimchalarni Rey aktivlangan ko‘mir bilan

to'latilgan kolonkada aniqladi.

Texnik propanni (kolonka uzunligi 2 m, xarorat 30°C, azot oqimi tezligi 25 ml/min) va propan-propilen texnik aralashmasini uzunligi 1 m bo'lgan suyuq fazasi vazelin moyi (15%) va dimetilsulfolan (25%) dan iborat kolonkada Van de Kaats ajratgan.

Texnik butadienni analizi Yanak va Novaklar tomonidan ishlab chiqilgan. Mualliflar aralashmani avval katta bo'lmagan, uzunligi 30 sm, diametri 7 mm bo'lgan, malein anhidridli silikagel bilan to'ldirilgan kolonkadan o'tkazdilar. Bunda butadien yutilib qoladi, qolgan qo'shimchalar dimetilformamid (20%) shimdirilgan silikagel ajratish kolonkasi (uzunligi 3 m, diametri 7 mm) dan o'tadilar, tashuvchi-gaz sifatida uglerod ikki oksid (oqim tezligi 42 ml/min) xizmat qiladi. Butilenlardan tashqari hamma qo'shimchalar ajraladilar. Ularni to'liq ajralishlari uchun xaroratni 0°C gacha pasaytirish lozim.

Benzin tipidagi aralashmalar. Benzin fraksiyalarini individual tarkibini etarlicha aniqlash imkoniyatini kapillyar kolonkalarda analiz qilish orqali amalga oshiriladi. Qo'zqalmas fazalar sifatida odatda skvalan, oktadetsen-1, ftalatlar, vakuum surkov moyi va boshqalar ishlatiladi. shu bilan birgalikda kolonkaning effektivligi 100000-200000 nazariy likopchadan iborat bo'lishi kerak. 5-rasmda 30°C da uzunligi 150 m bo'lgan oktadetsen-1 fazali kolonkada olingan benzin fraksiyasining xromatogrammasi keltirilgan.



5-rasm. Uzunligi 150 m bo'lgan oktadesen-1 fazali, 30°C da ushlangan 125°C gacha haroratda qaynab ketuvchi benzin fraksiyasining xromatogrammasi.

- 1- izopentan;
- 2- n-pentan;

- 3- 2,2-dimetilbutan;
- 4- siklopentan;
- 5- 2,3-dimetilbutan;
- 6- 2-metilpentan;
- 7- 3-etilpentan;
- 8- n-geksan;
- 9- metilsiklopentan;
- 10- 2,2-dimetilpentan;
- 11- benzol;
- 12- 2,4-dimetilpentan;
- 13- 2,2,3-trimetilbutan;
- 14- siklogeksan;
- 15- 3,3-dimetilpentan;
- 16- 1,1-dimetilsiklopentan;
- 17- 2-metilgeksan;
- 18- 2,3-dimetilpentan;
- 19- sis-1,3-dimetilsiklopentan;
- 20- 3-metilgeksan;
- 21- trans-1,3-dimetilsiklopentan;
- 22- trans-1,2-dimetilsiklopentan;
- 23- 3-etilpentan;
- 24- 2,2,4-trimetilgeksan;
- 25- n-geptan;
- 26- sis-1,2- dimetilsiklopentan;
- 27- metilsiklogeksan;
- 28- etilsiklogeksan;
- 29- 2,2,3,3-tetrametilbutan;
- 30- 2,2- dimetilgeksan;
- 31- etilsiklopentan;
- 32- 2,5-dimetilgeksan;

33- 2,4-dimetilgeksan;  
34- trans-, sis-1,2,4-trimetilsiklopentan;  
35- toluol.  
36- Trans-, sis-1,2,3- trimetilsiklopentan;  
37- 3,3- dimetilgeksan;  
38- 2,3,4- trimetilpentan;  
39-  
40-  
41- 2,3-metilpentan;  
42- 2,3-dimetilgeksan;  
43- sis, trans-1,2,4- trimetilsiklopentan;  
44- sis, trans-1,2,3- trimetilsiklopentan;  
45- 3,4-dimetilgeksan;  
46- 2-metilgeptan;  
47- 4-metilgeptan;  
48- 3,3- metiletilpentan;  
49- sis, trans-1,2,4- trimetilsiklopentan;  
50- 3-etilgeksan;  
51- 3-metilgeptan;  
52- 1,1-dimetilsiklogeksan;  
53- trans-1,4-dimetilsiklopentan;  
54- trans-1,3-dimetilsiklogeksan;  
55- trans-1,3-etilmetilsiklopentan;  
56- trans-1,2-etilmetilsiklopentan;  
57- sis-1,3-etilmetilsiklopentan;  
58- 1,1-etilmetilsiklopentan;  
59- sis-, sis-1,2,3- dimetilsiklogeksan;  
60-  
61-  
62- n-oktan;

63- sis-1,4-dimetilsiklogeksan;

64- izopropilsiklopentan.

Berilgan haroratni qat'iy ushlab turish lozim, chunki uning katta bo'lmagan o'zgarish oqibatida moddalarni bir-biridan to'liq ajralishi, xattoki cho'qqilarning chiqish tartibi ham o'zgarib ketishi mumkin. Benzin fraksiyalari komponentlari uglevodorodlarning ushlanish indeksleri qiymatlari asosida identifikatsiya qilinadi.

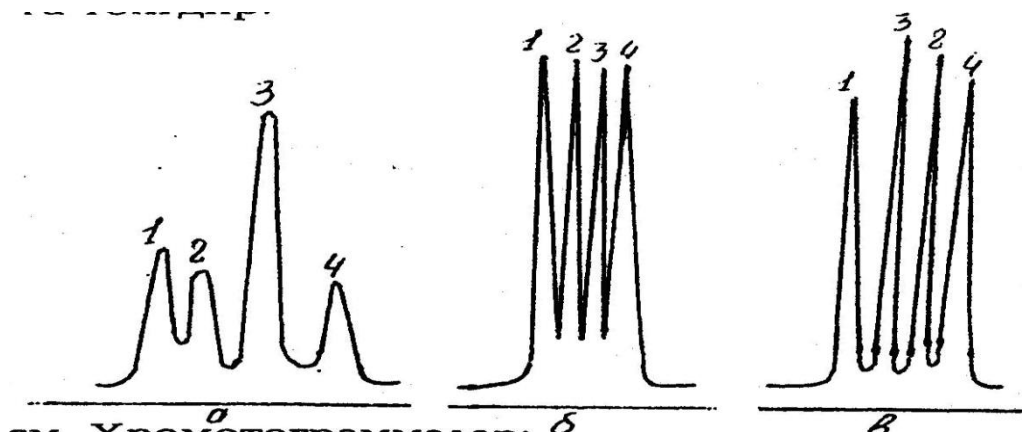
### **Aromatik uglevodorodlar.**

Ksilollar, etiltoluol va boshqa aromatik uglevodorodlarni nasadkali kolonkalarda ajratish uchun qo'zg'almas faza sifatida bentonitlarni organik xosilalari (benton) yoxud suyuq kristallarni ishlatish maqsadga muvofiqdir. Mortimer va Djentlar ko'rsatganidek 99,9% tozalikdagi m- va p-ksilollarni skvalanli kolonkada (76<sup>0</sup>S) dagi xajmlar ushlanish nisbati 1,015 ga teng) ajratish uchun effektivligi 100000 nazariy likopchaga teng bo'lgan kolonka talab qilinadi. 7,8-benzoxinolinli (xajmlar ushlanish nisbati 1,080) kolonkada esa zarur bo'lgan effektivlik 8500 nazariy likopchadan iborat bo'ladi. Bentonit-34 solingan kolonkaning effektivligi (70<sup>0</sup>C) dagi keltirilgan xajmlar ushlanish nisbati 1,265) shu vaqtning o'zida faqat nazariy likopchadan tarkib topgan bo'lishi mumkin.

Bentonni kamchiliklari sifatida m-ksilolni kuchli ushlab qolishini va buning oqibatida uni o-ksiloldan yomon ajralishiga olib kelishini aytib o'tish joyizdir. Shu sababli Montimer va Djentlar bentonni silikon moyi bilan aralashmasini ishlatdilar. Hamma to'rttala C<sub>8</sub>-alkilaromatik uglevodorodlarni ekvikriterial ajratish uchun qo'zqalmas faza sifatida 60 oqirlik % da benton-34 va 40 oqirlik % da dinonilftalat ishlatish tavsiya etiladi (6a-rasm). Aromatik izomerlarni ajratishda yuqori selektivlikka ega bo'lgan benton-245 ham ko'rsatilgan (6b-rasm).

Suyuq kristallik xususiyatga ega bo'lgan qo'zqalmas fazalar yuqori selektivlik bilan bir qatorda meta-para C<sub>8</sub>-alkilbenzollarni etarli darajada bir-tekis ajralishlarini ta'minlaydi va shu boisdan yakka tartibdagi qo'zqalmas faza sifatida qo'llanilishi mumkin. 6a-rasmda 20% li p,p` –metoksietoksiazoksibenzolli xromsorb R li, uzunligi 3 metrli kolonkada 93<sup>0</sup>C da olingan xromatogramma

keltirilgan. Azotning tezligi 40 ml/ min bo'lgandagi analiz davomiyligi 15 minutga, p- va m-ksilollar ushlanish xajmlari nisbatlari 1,125-1,13 ga tengdir.



**6-rasm. Xromotogrammlar:**

a) 75<sup>0</sup>C da, benton-34 va dinonifthalat aralashmasi bilan modifikatsiya qilingan xromosorb to'ldirilgan kolonkada;

b) 75<sup>0</sup>C da, benton-245 va vazelin moyi aralashmasi bilan modifikatsiya qilingan xromosorb to'ldirilgan kolonkada;

v) 93<sup>0</sup>C da, p,p'-metoksietoksiazoksibenzol bilan modifikatsiya qilingan xromosorb to'ldirilgan kolonkada.

1 – etilbenzol.

2 – para-ksilol.

3 – meta-ksilol.

4 – orto-ksilol.

Bentonlar va suyuq-kristallik qo'zg'almas fazalarni bitsiklik aromatik uglevodorodlarni analiz qilishda ham ishlatish mumkin.

Masalan, izomerli dimetilnaftalinlarni ajratish uchun umumiy uzunligi 7 m bo'lgan polietilenglikol-200 va p,p'-azoksifenolli kolonkalardan foydalanilgan.

Izomerli aromatik uglevodorodlarning murakkab aralashmalari kapillyar kolonkalarda ham analiz qilinadi. Masalan, mono- va bitsiklik aromatik uglevodorodlarni analiz qilishda qo'zg'almas faza sifatida m-bis (m-fenoksifenoksibenzol) olifenil efiri ham ishlatiladi; skvalan ham ishlatilishi mumkin.



## **Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX)**

Zamonaviy yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX) (yuqori bosimli suyuqlik xromatografiyasi) 70-yillardan boshlab rivojlana boshladi. Yangi usulni ishlab chiqilishiga sabab, birinchidan, yuqori temperaturada qaynaydigan ( $>400^{\circ}\text{C}$ ) moddalarni analiz qilishning zarurligi yoki turg'un bo'lmagan moddalarni gaz xromatografiyasi yordamida ajratib olib bo'lmagani uchun, ikkinchidan, ajratish tezligini oshirish va kolonkali suyuqlik xromatografiyasini samaradorligini oshirish bilan bog'liq. Buning uchun ichki diametri kichik (2-6 mm) bo'lgan kolonka qo'llanilgan; massa almashinuvini tezlatish uchun sorbentning zarralarini diametri (5-50 mkm) kichraytirildi, bu esa o'z navbatida kolonkaga kirishda bosimi 0,5-40 MPa gacha oshishiga olib keldi. Sanoatda chiqarilayotgan suyuqlik xromatograflari  $10^{-9}$ - $10^{-10}$  g moddani aniqlay oladigan yuqori ta'sirchan detektorlar bilan ta'minlangan.

Analizning o'ta yuqori tezligi, aniqlashning eng past chegarasi, kolonkaning yuqori samaradorligi, (gazdan tashqari) xar qanday moddani aniqlash imkoniyati yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi tez rivojlanishiga olib keldi.

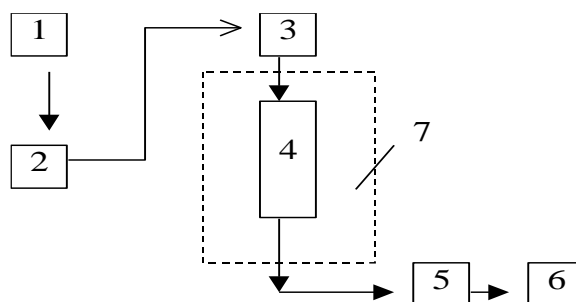
YuSSX da gaz xromatografiyasidagi hamma mexanizmlar (adsorbsiya, ajralish, ion almashinish va boshqalar) ishtirok etishi mumkin. Ajratish mexanizmidan qat'iy nazar, YuSSX da xarakterlanuvchi faza – suyuqlik. Ikki vaziyatda keng yoritilgan suyuqlik-adsorbsion xromatografiyasi ustida to'xtalib o'tamiz: Normal-faza (NFX) va yuzlangan fazali (OFX) – xarakatchang va xarakatsiz fazaning qutbliligiga boqliq xolda.

NFX da qutbli adsonbent ishlatiladi (masalan, silikagel), elyuent – qutblanmagan (geksan), ajratiladigan moddalar – qutbli. OFX da adsorbent sifatida qutblanmagan adsorbent qo'llaniladi (yuzasiga alkil zanjirili uglevodorod ( $\text{C}_6$ - $\text{C}_{18}$ ) kiritilgan silikagel), elyuent qutbli (spirtlar – suv) ajratiladigan moddalar – xoxlagan modda.

Amaliy ajratish uchun tekshirilayotgan modda kolonkada ushlab qolinmaydigan moddaga nisbatan 2-10 marta kuchliroq ushlanib qolishini o'zi etarlidir.

Kolonkaning nazariy tarelkalar sonini  $N=16(t_R/\mu)^2$  tenglama orqali hisoblanadi. YuSSX da nazariy tarelkalar soni  $10^6$  gacha etishi mumkin, bu esa kolonkaning yuqori samaradorli bo'lishiga olib keladi.

Suyuqlik xromatografiyasining prinsipial sxemasi ettita bloklar bilan ifodalangan (7-rasm).



**7-rasm. Yuqori bosimli suyuqlik xromatografiyasining blok sxemasi.**

1. Elyuent uchun idish. 2. Nasos. 3. Dozator. 4. Kolonka. 5. Detektor. 6. Registrator. 7. qoqoz ustidagi xromatogramma – termostat.

Gradientli chiqarishni gaz xromatografiyasidagi temperaturani programmalashtirish analogi deb qarash mumkin.

Elyuent tarkibi detektor yordamida uzluksiz tekshirib turiladi.

Suyuqlik xromatograflarida detektorlarni quyidagi guruhlariga birlashtirish mumkin: 1) optik detektorlar hamma qo'llaniladigan detektorlarni 92% ini tashkil etadi. (absorbsion, lyuminesentli, refraktometrlar); 2) elektrokimyoviy detektorlar (potensiometrlar, elektr o'tkazuvchanlik bo'yicha, ampermetrk va boshqalar); 3) boshqa detektorlar (transportli, gazli, mikroadsorbsion).

Xromatografni ishga tushirilishi va ish rejimiga keltirish xar bir marka priborni yo'riqnomasiga muvofiq amalga oshiriladi. Pribor quyidagicha ishlaydi. Yuqori bosimli nasos termostatga joylashtirilgan kolonka orqali elyuent oqimini boshqaradi. Kran-dozalar orqali shprints bilan elyuent oqimiga analiz qilinadigan (proba) larda yuboriladi va bu vaqtda elyuent oqimi berkitiladi (yoki berkitilmaydi) pribor konstruksiyasiga bog'liq xolda. Modda yuborilganidan keyin elyuent 12

MPa gacha bosim bilan kolonkaga beriladi va aralashma komponentlarga ajraladi. Oqim kolonkadan chiqqandan so'ng detektorga tushadi va u erda aralashmaning xar bir komponentini optik zichligi qayd etiladi. Xromatografiya cho'qqilar elektron avtomatik, elektron potentsiallar bilan yoziladi.

### **Taqsimlaydigan xromatografiya.**

Qog'ozda taqsimlovchi xromatografiyada moddalarni ajralishi ikki suyuq faza orasidagi taqsimlanishdagi farq tufayli amalga oshadi. U fazalardan biri xarakatchan (organik erituvchilar aralashmasi), boshqasi esa – xarakatlanmaydigan faza bo'lib u xromatografik qog'oz tolalaridagi suvdur.

Moddalarni ajralishini asosiy xarakteristikasi bo'lib xromatografik qog'oz tasmasidagi moddaning zonalardagi xaroratini ko'rsatishidir: bu faktor  $R_f$  bo'lib, erituvchi va dog'ning xarakatlanishi frontlari (yoki masofa) tezligining bir-biriga bo'lgan nisbati orqali aniqlanadi:

$$R_f = l/L$$

bu erda:  $l$  - start chiziqidan zona o'rtasigacha bo'lgan masofasi, sm;  $L$  - erituvchining start chizig'idan front chizig'igacha bo'lgan masofasi, sm.

### **Ionalmashuvchi xromatografiya**

Ion almashuvchi xromatografiya sorbentlarda ionlar aralashmasini ajratuvchi dinamik uslubdir. Sorbentlar ion almashuvchi modda deb ataladi.

Elektrolitning analiz qilinayotgan eritmasi ion almashuvchi sorbent orqali o'tkazilganda geterogen kimyoviy reaksiya natijasida ionalmashuvchi sorbent tarkibiga kiruvchi ionlar bilan eritmadagi o'sha xildagi zaryadlar stexiometrik ekvivalent miqdorda o'rin almashadi.

Ionalmashinish sikli ionlarga sorbentda yutilishi (sorbsiya) (xarakatlanmaydigan faza) va ionlarni sorbentdan ajratib olish (desorbsiya). Ionlarni ajralishi ion almashuvchi sorbentga turli xil moyilligi tufayli va kolonkada komponentlarning tezliklarini farqi hisobiga taqsimlanish koeffitsientlarini miqdorlariga monand bo'ladi.

Ionalmashuvchilar organik va noorganik moddalar, tabiiy va sintetik moddalar bo'lishi mumkin.

Hozirgi vaqtda sintetik organik ionalmashinuvchilar keng qo'llaniladi. Ion almashuvchilar sun'iy smolalar asosida olinadi.

Bu sorbentlar suvda va organik erituvchilarda erimaydi va yuqori ion almashuvchi yuzaga, tanlab olish, kimyoviy, termik va mexanik mustaxkamlikka ega. Ionalmashinuvchilar kation- va anion almashuvchiga bo'linadi.

### **Gel-xromatografiya.**

Gel-xromatografiya (yoki gel-ichiga kiruvchi xromatografiya) suyuqlik xromatografiyasining boshqa variantlaridan biridir.

Bu usulda erigan modda gel granulalarini atrofini qurshagan erkin erituvchi va granula ichidagi erituvchilar orasida taqsimlanadi. Gel strukturalangan bo'kkan sistemadir. U turli o'lchamdagi yoriqlarga ega. Bu xromatografiyada moddalarning ajralishi ajraladigan moddalarning molekulalarini razmerlarini nisbatiga va gel yoriqlarining o'lchamlariga bog'liq. Molekula o'lchamidan tashqari gel-xromatografiyada molekulaning shakli katta rol o'ynaydi. Ayniqsa, bu faktor polimerlarni eritmalarida katta ahamiyatga ega. Masalan bir xil molekulyar massaga ega bo'lgan molekulalar turli xil shakllarni egallaydi (sferik, globulyar va boshqa).

Gel to'ldirilgan kolonkalaridan aralashma komponentlari o'tkazilganda moddalar molekulyar massalariga qarab taqsimlanadi: birinchi bo'lib eng katta molekulalar yuviladi, ayniqsa gel yoriqlaridan katta o'lchamdagi molekulalar yuviladi, chunki ular gel yoriqlariga kira olmaydi va tashqarida qoladi. Mayda molekulalar gel ichiga kirib ajralish jarayoni diffuziya koeffitsientiga boqliq ( $\bar{D}$ ).

Eynshteyn tenglamasiga muvofiq diffuziya koeffitsienti zarracha radiusiga teskari proporsionaldir:

$$\bar{D} = RT / (G\pi\eta N_A)$$

bu erda:  $\eta$  - muxitning qovushqoqligi.  $N_A$  – Avogadro soni.

Gel-xromatografiya uchun maqsadga muvofiq xolda gidrofil va gidrofob sorbentlar ishlatiladi.

Gidrofil sorbent sifatida dinitril gellari (sefadeks va molselektlar), poliakrilamid gellar (biogellar), oksialkilmetakrilat gellar (seferonlar va boshqalar).

## ASOSIY ADABIYOTLAR

1. Kazitsina L.A., Kupletskaya N.B. Primenenie UF-: IK-, YAMR- i mass-spektroskopii v organicheskoy ximii. –M.: izd. MGU, 1979.
2. Vilkov L.V., Pentin YU.A. Fizicheskie metody issledovaniya ximii. T.1. M.: Vysshaya shkola, 1987, t.2, 1989.
3. Paperno T.YA., Pozdnyakov V.P., Smirnova A.A., Elagina A.M. Fiziko-ximicheskie metody issledovaniya v organicheskoy i biologicheskoy ximii. – M.: Prosveshenie, 1977.
4. Sergeev N.N. Spektroskopiya YAMR. – M.: MGU, 1981.
5. Terentev L.I. Mass-spektroskopiya v organicheskoy ximii. – M.: Nauka, 1984.
6. Golbert K.A., Vigdergauz M.S. Kurs gazovoy xromatografii.. – M.: Ximiya, 1978, 374 s.
7. Engelgart X. Jidkostnaya xromatografiya pri vysokix davleniyax. – M.: Mir, 1980. 245 s.
8. Ioffe B.V., Kostikov R.R., Razin V.V. Fizicheskie metody opredeleniya stroeniya organicheskix soedineniy. – M.: Vysshaya shkola, 1994.
9. Ayvazov B.V. Osnovy gazovoy xromatografii. – M.: Vysshaya shkola, 1977, 182 s.
10. Perri B.V. Prakticheskoe rukovodstvo po jidkostnoy xromatografii. – M.: Mir, 1974, 259 s.
11. Praktikum po fiziko-ximicheskim metodam analiza / Pod red.O.M.Petruxina. – M.: Ximiya, 1987, 248 s.
12. Ionin B.I., Ershov B.A., Kolsov A.I. YAMR spektroskopiya v organicheskoy ximii. L.: Ximiya, 1983, 201 s.
13. [www.texhologiy.ru](http://www.texhologiy.ru)
14. <http://www.iconstel.net>
15. [www.google.com](http://www.google.com)
16. [www.ecolife.com](http://www.ecolife.com)

## 1–amaliy mashg‘ulot: Galogenorganik birikmalar ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari.

**Ishdan maqsad:** Organik birikmalarga galogen atomlarini kiritish jarayonlarini o‘rganish.

Organik birikmalarga galogen atomlarini kiritish jarayonlarini galogenlash deyiladi. Galogenlash reaksiyalari galogen atomining tabiatiga mos farqlanadi va ularga ftorlash, xlorlash, bromlash va yodlash kiradi.

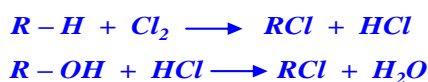
Galogenlash organik moddalar sintezida muxim o‘rin tutadi. Bu usul bilan quyidagi sof organik mahsulotlar olinadi:

- xlororganik oralik mahsulotlar (1,2-dixloreten, xlorgidrinlar, alkilxloridlar);
- xlor va ftororganik monomerlar (vinil xlorid, vinididenxlorid, tetraftoretilen);
- xlororganik erituvchilar (metilen xlorid, uglerod turtxlorid, uch va turtxloretilen);
- xlor va bromorganik pestitsidlar (geksaxlorsiklogeksan, pentaxlorfenol)

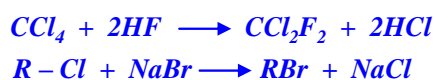
Galogenlash reaksiyalari 3 turga bulinadi:

1. O‘rin almashish;
2. Biriktirish;
3. Ajralish.

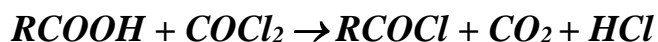
O‘rin almashinish reaksiyasida uglevodorod molekulasidagi vodorod atomi yoki reaksiy aguruxi galogen bilan o‘rinalmashadi.



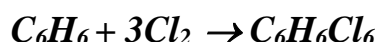
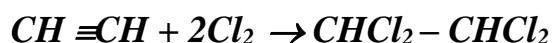
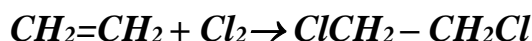
Galogen tutgan uglevodorodlardagi bir galogen atomini boshqa galogen atomiga almashinishdan brom, ftor va yodli xosilalarni olish mumkin:



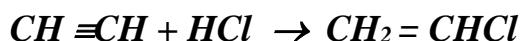
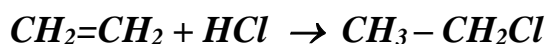
Organik birikmadagi *OH*-guruxni galogenga almashinishi natijasida kislotalarning xlor anhidridlari olinadi:



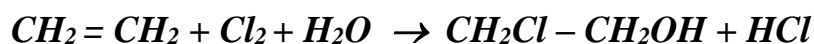
Biriktirib olish reaksiyalari to'yinmagan uglevodorodga galogen birikishi bilan boradi. Erkin galogenlar  $C=C$ ,  $C\equiv C$  va  $C_{Ar}-C_{Ar}$  bog'larga birikish qobiliyatiga ega:



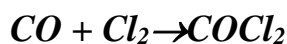
Gidrogalogenlar ham shunday reaksiyalarga kirishadi:



Olefinlar xlor gidrin birikish reaksiyasiga kirishadi:



Ba'zi xollardaxlorlash quyi valentlik holatidaxam ro'y beradi. Masalan, uglerod oksid vaxlordan fosgen hosilqilibta'sirlashadi:



Xlorli xosilalarni ajralish reaksiyalarini bir nechta turlari bor:

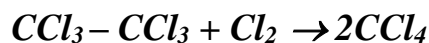
Degidroxlorlash:



Dexlorlash:



Xloroliz yoki xlorinoliz (xlorta'sirida uglerol – uglerod bogini uzilishi):



Yuqori temperatura ta'siri (piroliz):



Galogenlovchi agentlar. Eng muxim galogenlovchi agentlar – bu erkin galogenlar va suvsiz galogenvodorodlardir. Atmosfera bosimi ostida ularning qaynash temperaturalari quyidagicha, °C:



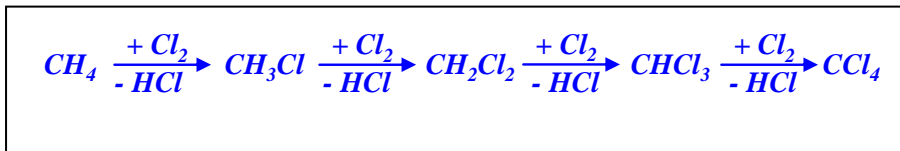
Ayni galogenlar organik erituvchilarda yaxshi eriydi; ularning eruvchanligi  $Br_2 > Cl_2 > F_2$  va  $HBr > HCl > HF$  qatorida kamayib boradi. Bu xususiyatlari ularni suyuq fazada galogenlashda muxim ahamiyatga ega. Ular o'tkir xidli bo'lib, ko'zni, nafas olish organlarini yalliglanishiga sabab bo'ladi, erkin galogenlar bo'g'ish xususiyatiga ega.

### Radikal zanjirli xlrlash

Barcha galogenlash jarayonlari, ularning amalga oshish mexanizmi bo'yicha 2 guruxga bo'linadi: radikal zanjirli va ion-katalitik.

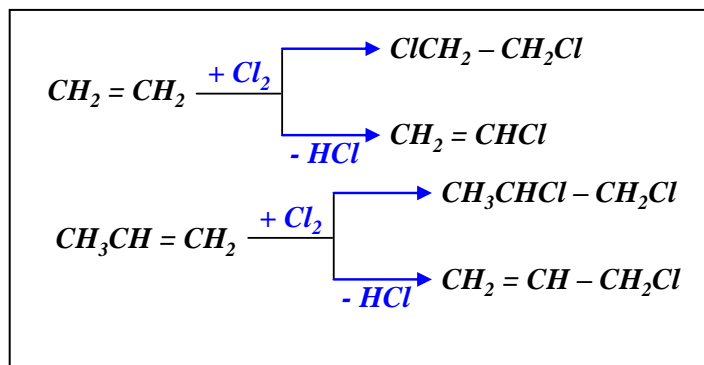
Radikal zanjirli xlrlash reaksiyalarida parafin, olefin va aromatik uglevodorodlardagi vodorod atomi hisobiga o'rin almashinadi, shuningdek, galogenlarni  $C = C$  va  $C_{Ar} - C_{Ar}$  bog'larga birikishi sodir bo'ladi.

Parafin uglevodorodlari faqat o'rin almashinish reaksiyasi orqali molekuladagi vodorod atomini birin-ketin galogenga almashtiradi.



Olefinlar radikal-zanjirli xlrlanadi.

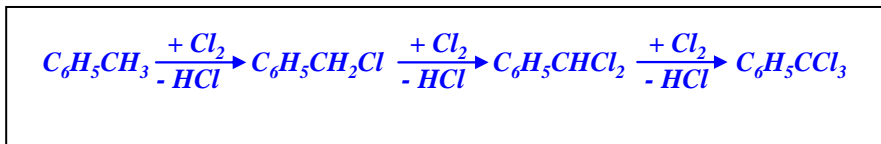
Reaksiya gaz muxitida ion katalizatorlarisiz amalga oshadi va xlorni qushbog'ga birikishi va vodorod atomini almashishi bilan boradi:





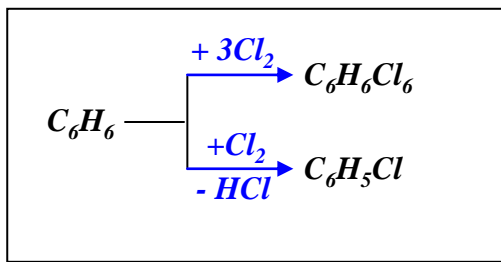
Olefinlarning xlor bilan reaksiyasi davomida harorat oshishi bilan birikish reaksiyasi sekinlashadi, o‘rin olish reaksiyasi esa tezlashadi.

Aromatik uglevodorodlar ham radikal-zanjirli mexanizm asosida xlorlash reaksiyasiga kirishadi. Olefinlar singari reaksiya 3 xil yunalishda borishi mumkin. Yon zanjirni urin almashishi, aromatik xalqada o‘rin almashinish va xalqadagi C – C boga birikish hisobiga sodir bo‘ladi. Benzol qatori uglevodorodlarida yon zanjirdagi vodorod atomi o‘rinini birin-ketin xlor atomi olishi mumkin:



Agar aromatik xalqaga ulangan zanjir uzun bulsa, o‘rin olish a-holat bo‘yicha boradi, masalan: etilbenzoldan a-xloretilbenzol  $C_6H_5-CHCl-CH_3$  hosil bo‘ladi.

Benzol gomologlarini xlorlashda xarorat pasayishi ( $< 30\text{ }^\circ\text{C}$ ) bilan xalqadagi C – C bog bo‘yicha xlarning birikishi ortadi, xaroart oshishi bilan esa C – H bog‘dagi vodorodning xlorga almashishi ko‘payadi. Masalan, past xaroratda ( $< 30\text{ }^\circ\text{C}$ ) benzoldan geksaxlorsiklogeksan, yuqori temperaturada esa xlorbenzol hosil bo‘ladi:



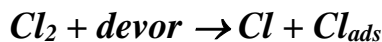
### Radikal zanjirli xlorlash reaksiyalari mexanizmi va kinetikasi

Radikal zanjirli xlorlash reaksiyalari uch bosqichda sodir bo‘ladi:

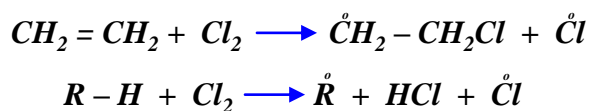
1. Zanjir xosil bulishi;
2. Zanjirni davom etishi (zanjirni usishi);
3. Zanjir uzilishi.

1. *Zanjir hosil bo‘lishini* ta‘minlashning bir necha usullari bor. Radikal-zanjirli xlorlash jarayonlari tarmoqlanmagan zanjirli reaksiyalar turiga mansub

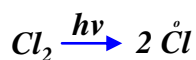
bulib, reaksiya natijasida oraliq xlor atomlari va erkin radikallar hosil bo‘ladi. Gaz fazasida termik xlorlashda yuqori harorat ta‘sirida xlor molekularining idish devorlari yoki nasadkaga urilishi natijasida xemosorbsiya orqali Cl – Cl boglarining uzilishi osonlashadi:



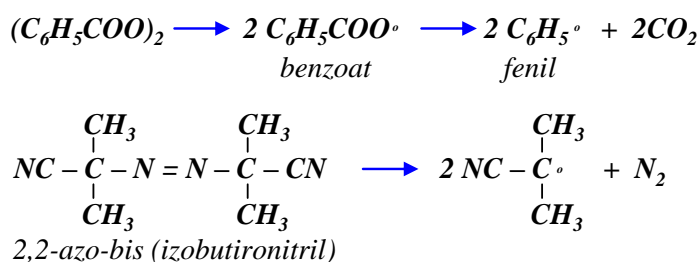
Ba‘zi xollarda, termik xlorlash reaksiyasi past temperaturalarda (100 – 200°C) boshlanadi (xlor molekulasini anyi xaroratlarda atomlarga ajrala olmaydi), bunda atom va radikallarni hosil bulishi xlorni organik modda bilan o‘zaro ta‘siri orqali amalga oshadi:



Fotokimyoviy xlorlashda xlor molekulasining atomlarga bulinishi kvant nur energiyasini yutish hisobiga sodir bo‘ladi. Masalan, ultrabinafsha nurlar yordamida xlor molekulasini xlor radikallariga parchalanadi (simob – kvarts lampasi yordamida):



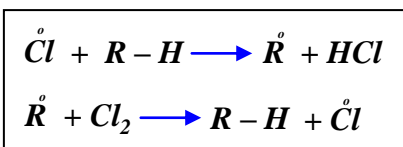
Kimyoviy initsiirlash initsiatorlar ishtirokida sodir bo‘ladi. Xlorlashda benzoil peroksidi yoki 2,2-a‘zobis izobutironitril initsiatorlari (porofor) ishlatiladi.



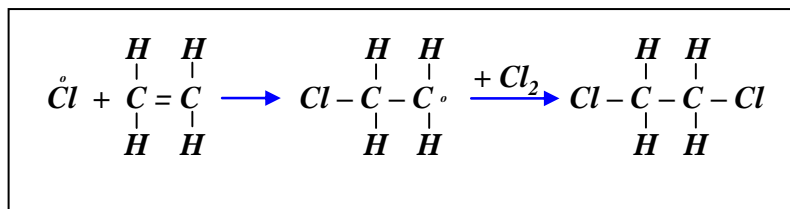
Hosil bo‘lgan fenil radikallari xlor molekulasiga birikishi natijasida xlor radikallari hosil bo‘ladi:



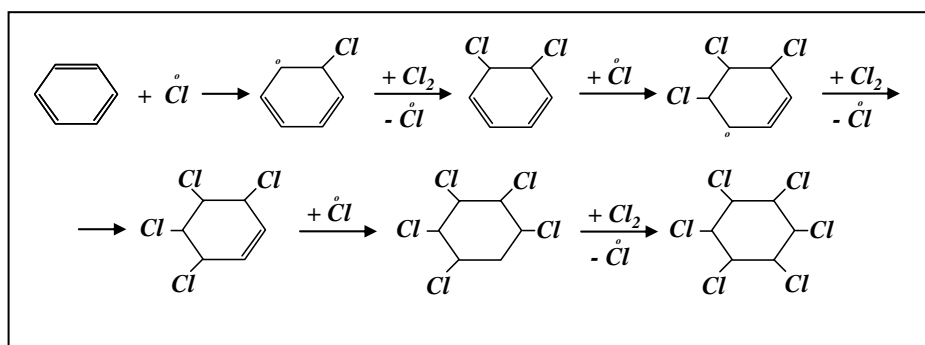
2. *Zanjirni davom etishi* (zanjirni o'sishi) xlor atomlari yordamida amalga oshadi:



Olefinlarga birikishi quyidagicha bo'ladi:



Aromatik uglevodorodlardagi xlori birikish reaksiyasi qiyin amalga oshadi:

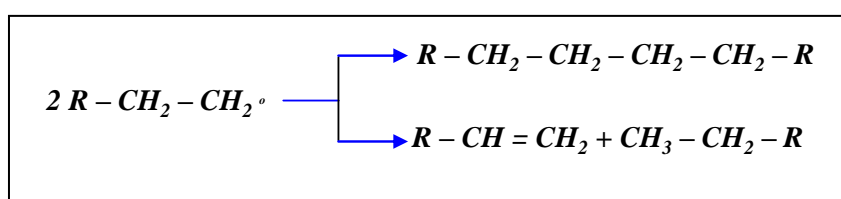


Zanjirning uzunligi, ya'ni zvenolarining soni o'ta toza moddalar ishlatilganda bir necha o'n mingtaga etishi mumkin. Ishlab chiqarishda esa texnik tozalangan moddalar ishlatilgani uchun zanjir bir necha yuz zvenolardan iborat bo'ladi.

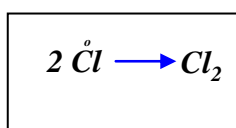
3. *Zanjirni uzilishi*. Gazli muxitda xlorldashda quyidagi chiziqli zanjir uzilishlari sodir bulishi mumkin:

a) nasadka yoki reaktor devoriga urilishdan

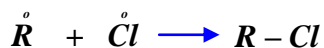
b) uglevodorod radikallarining bir-biri bilan tuqnashishidan:



v) xlor radikallarining o'zaro birikishi orqali:



g) uglerod radikalining xlor radikali bilan tuqnashishidan:



d) ingibitorlar ta'sirida (fenollar, kislorod, oltingugurt birikmalari orqali).

### Suyuq muhitda xlорlash texnologiyasi

Suyuq muhitda radikal-zanjirli xlорlash nisbatan past temperaturada olib boriladi (40-150°S) va xar doim initsiator yoki aralashmani nurlatish talab qilinadi. Bu esa, termik xlорlashda ortikcha iqtisodiy mablag' sarf bulishiga olib keladi. Shuning uchun, suyuq muxitda xlорlash usuli termik be'qaror moddalar olishda, ya'ni *HCl* ni ajratuvchi moddalar sintezida uzini oqlaydi (monoxlorparafinlar, polixloridlar  $C_2$  va undan yuqori). Suyuq muxitda xlорlash molekulaga ikkita, uchta va undan ortiq xlor atomini kirgizishda qulay hisoblanadi. Bu usul bilan quyidagi moddalar olinadi.

### Etanning polixlorli birikmalari:

a) *1,1,2-trixloreтан*- $Cl_2CH-CH_2Cl$  suyuq modda,  $t_{qay}=113,9^{\circ}C$  (1,2-dixloreтandan olinadi, qushimcha 1,1,2,2- va 1,1,1,2-tetraxloreтан hosil bo'ladi).

b) *1,1,1-trixloreтан yoki metilxloroform* suyuq modda  $t_{qay}=74,1^{\circ}C$  (1,1-dixloreтandan olinadi, qushimcha 1,1,2-trixloreтан va tetraxloreтан xosil bo'ladi). Kup mikdorda ishlab chikariladi va yaxshi erituvchi hisoblanadi.

v) *Pentaxloreтан* suyuq modda,  $t_{qay}=186,8^{\circ}C$  (1,2-dixloreтан yoki 1,1,2,2-tetraxloetanni xlорlab olinadi). Qimmat erituvchi – tetraxloretilen olish uchun ishlatiladi.

g) *Geksaxloreтан* kristal modda, (xloreтанlarni xlорlab olinadi). Erituvchi: triftoetrixlор etan va freon triftoxiloretilen olish uchun ishlatiladi.

**Xlorparafinlar** turli sifat ko'rsatgichlari bilan ishlab chiqariladi va turli soxalarda qo'llaniladi. Xlorparafin-13, tarkibida 12 – 14 % xlor saqlaydi (kerosin yoki parafinli neftning ( $C_{12}-C_{16}$ ) fraksiyasidan olinadi). Sirt faol moddalar sintezi uchun ishlatiladi. Suyuq parafinlar (tarkibida 40 – 49 % xlor saqlaydi) plastifikatorlar sifatida qushiladi. Qattiq parafinlar tarkibida 70 – 72 % xlor

bo‘ladi, plastmassa va kauchuklarga yonishini kamaytiruvchi qushimcha sifatida qushiladi. Xlorli polimerlarga xlorkauchuk, xlorli polietilen, polipropilen va xlorli polivinilxlorid (xlor 70 % gacha) kiradi. Polimerlar tarkibiga xlor kiritish bilan ularning elastikligi ortadi, adgezion xususiyatlari yaxshilanadi.

### **Xlorli aromatik uglevodorod mahsulotlari**

*a) Benzil xlorid*, *suyuqlik*,  $t_{qay} = 179,3^{\circ}S$ , moddalar tarkibiga benzil guruhini kiritish reagent sifatida qo‘llaniladi (benzilsellyuloza, benzil, efirlar, benzil spirti, benzilsianid, butilbenzilftalit va b.sh.). Toluolni xlorlash yuli bilan olinadi.

*b) Geksaxlorli va geksaxlor-p-ksilol*, kristal moddalar – m- va n-ksilolni xlorlash orqali olinadi. Izofthal va tereftal kislotalarning angidridini olish uchun ishlatiladi. Meditsinada og‘riq qoldiruvchi sifatida qullaniladi.

*g) 1,2,3,4,5,6- geksaxlorsiklogeksan yoki geksaxloran*, kristall modda  $t_{qay} = 112-113^{\circ}C$ . Benzolni xlorlash bilan olinadi, insektisid sifatida ishlatiladi.

**Jarayonning texnologiyasi.** Suyuq fazadagi radikal-zanjirli xlorlash texnologiyasi bir nechta bosqichlardan iborat:

xom-ashyoni tayyorlash, xlorlash, chiquvchi gazlarni qayta ishlash va *HCl* yig‘ish, suyuq reaksiya massasini qayta ishlash va reaksiya mahsulotlarini ajratish.

**Reagentlarni tayyorlash.** Asosan, suyuq xlor bug‘latiladi va xona haroratiga yaqin temperaturada isitiladi. Organik reagentlar ba’zi xollarda maxsus tozalanmasdan nasos orqali reaktorga yuboriladi. Ular tarkibidagi namlik sulfat kislota yordamida quritiladi. Organik reagent-azeotrop xaydash orqali yoki kattik adsorbentlar yordamida suvdan ajratiladi. Organik reagent tarkibidagi oltingugurtli birikmalar gidrotozalash orqali amalga oshiriladi.

Uchmaydigan moddalarni, masalan, yumshoq va qattiq parafinlarni xlorlashda, gazni suv bilan sovutishni o‘zi yetarli. So‘ngra gazdagi *HCl* yuritiriladi. O‘rin almashinish reaksiyalari bilan xlorlashda ko‘p miqdorda *HCl* hosil bo‘ladi, shuning uchun uni suv bilan absorbsiyalash natijasida 20 – 30 % li xlorid kislota olish mumkin.

## Gaz fazasida xlrlash texnologiyasi

Gaz fazasida xlrlash nisbatan kamroq qo‘llaniladigan jarayon bo‘lib, aynan metanning xlrli xosilalari, allil- va metallil–xlrlid, dixlorbutenlar olish uchun foydalaniladi.

Metanning xlrli xosilalari sanoatda muhim ahamiyatga ega.

**Xlor metan** (atmosfera bosimida gaz,  $t_{qay}=23,7^{\circ}C$ ). Dimetildixlorsilan, metilmerkaptan olishda metillovchi agent sifatida qo‘llaniladi.

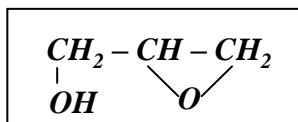
**Metilnchlrlid (dixlormetan)**(suyuqlik,  $t_{qay}=39,8^{\circ}C$ ), erituvchi.

**Xloroform (trixlormetan)** $CHCl_3$  (suyuqlik,  $t_{qay}=61,2^{\circ}C$ ) xladagent – freon olishda, hamda muxim monomer tetraftor etilen olishda qullaniladi.

**Tetraxlormetan (uglerod to‘rt xlrlid)**(suyuqlik  $76,5^{\circ}C$ ) erituvchi sifatida qo‘llaniladi.

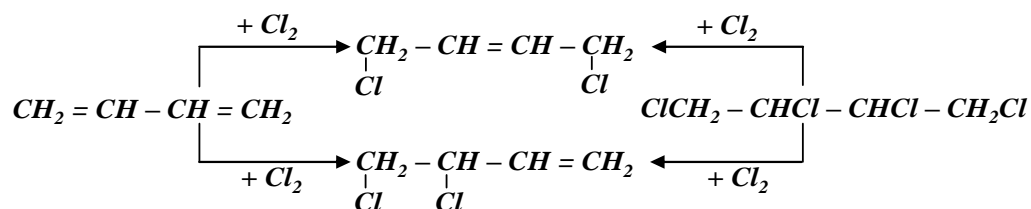
Ushbu xosilalarni metanni xlrlash bilan olish mumkin. Biroq, xlor metanni sintez qilish uchun boshqa usuldan, ya’ni metanolni gidroxlrlashdan foydalaniladi:

Allilchlrlid va metallilchlrlid suyuqlik bulib, ularning qaynash haroratlari  $45,0$  va  $72,2^{\circ}C$  ga teng. Allilchlrlid turli moddalarga allil guruxi kiritishda (allil efirlari, allilamin, allilsaxarozalar) va ayniqsa epixlorgidrin olishda keng foydalaniladi.



Epixlorgidrinidan epoksid polimerlari va gliserin sintez qilinadi. Metallilchlrlid pestitsid sifatida qullaniladi, shuningdek molekulalar tarkibiga metallil guruxi kiritishda foydalaniladi, masalan: metallilsul’fonat olish uchun. Allil va metallilchlrlidlar gaz fazasida propilen va izobutenni xlrlash bilan olinadi.

Bu moddalar gaz fazasida radikal zanjirli xlrlash bilan olinadi. Xom ashyo sifatida 1,3-butadiendan foydalaniladi. Bunda dastlab dixlorbutenlar aralashmasi hosil bo‘ladi, sungra qo‘sh bog‘ni tuyinishi hisobiga tetraxlorbutan hosil bo‘ladi:



Oxirgi reaksiyani to'xtatish uchun, xlorga nisbatan 1,3-butadienni miqdorini ortiqcha olish kerak. Dixelorbutenlar organik sintezida oraliq maxsulot sifatida muhim ahamiyatga ega. 1,4-Izomer adipodinitril, geksametilendiamin va adipin kislota olishda xom ashyo xisoblanadi. 1,2-Izomerdan esa xloropren olinadi. Xlorlash jarayonida ikkala izomer aralashmasi hosil bo'ladi, lekin ular rux yoki mis tuzlari katalizatorligida bir-biriga qayta izomerlanishi xususiyatiga ega.

Gaz fazasida xlorlashda suyuq xlorni bug'latish natijasida olingan xlordan foydalaniladi. Jarayonga ta'sir etuvchi eng muxim texnologik parametrlar harorat va reagentlar nisbati hisoblanadi. Allil va metallilxlorid olishda uglevodorodlarni xlorga nisbatan ortiqcha olish zarur bo'ladi. Masalan, allilxlorid sintez qilinganda uglevodorod ÷ xlor 5:1, metallilxlorid olishda esa 2:1 nisbatlarda olinadi. Allilxlorid ishlab chiqarishda xarorat tanlash birikishga nisbatan o'rin almashinish selektivligiga asoslangan bo'lib, jarayon 500–520°C da olib boriladi. Metallilxlorid ishlab chiqarishda reaksiya 150–200°C da olib boriladi. Dixelorbutenlar sintezi ≈300 °C da ortiqcha 1,3-butadien olinganda amalga oshadi.

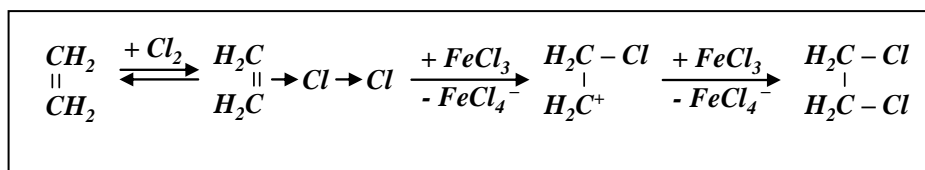
Metanni xlorlashda quyidagi tayyor mahsulotlar hosil bo'ladi: metilenxlorid, xloroform, tetraxlormetan va ularning aralashmasi. Xom ashyolar nisbati ≈ 0,8 : 1. Metanni xlorlash termik yo'l bilan 500 – 550°C da, termokatalitik usulda esa 350 – 400°C da olib boriladi.

Gaz fazadagi xlorlash atmosfera bosimda reagentlar aralashmasini xloratorga uzluksiz yuborish bilan amalga oshiriladi.

### ION KATALITIK GALOGENLASH

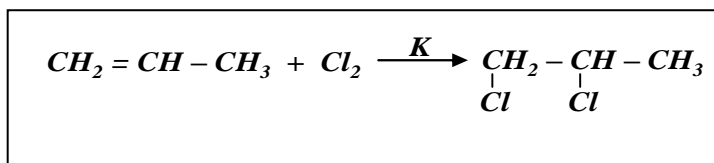
Bu jarayonlarga qo'sh bog va uch bog'larga galogenlarni birikish, olefinlarni xlorgidrirlash, gidroxlorlash, aromatik xalqada o'rin almashinish va ba'zi bir kislorod va azotli birikmalarni xlorlash kiradi.

Erkin galogenlar yordamida galogenlash. Galogenlarni C=C boglarga birikish hisoblanadi:



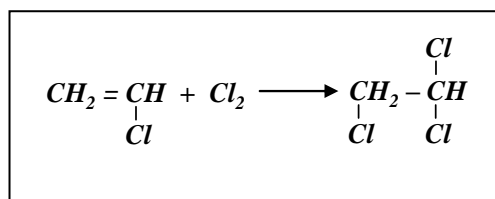
Olinadigan mahsulotlar:

1,2-dixloretan (suyuqlik,  $t_{qay}=83,5^\circ\text{C}$ ):

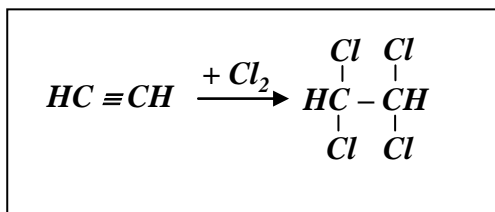


1,2-dixlorpropan (suyuqlik  $t_{qay}=98,6^\circ\text{C}$ ):

1,1,2- trixloretan



1,1,2,2- tetraxloretan

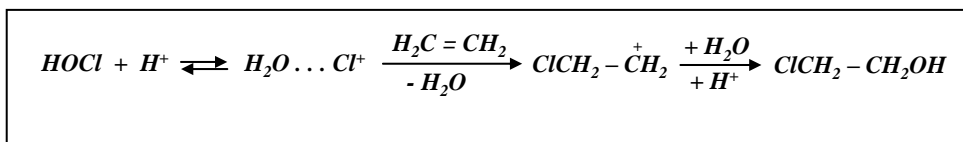


**Jarayonning texnologiyasi.** YUqoridagi reaksiyalar yuqori tezlik va tanlovchanlikda sodir bo‘ladi, shuning uchun ularning xom ashyolari toza bulishi shart emas. Jarayon gazsimon reagentlarni suyuq maxsulotga barbotirlash yuli bilan amalga oshiriladi, reaksiya eritmada  $70-100^\circ\text{C}$  da kislorod va katalizator ishtirokida sodir bo‘ladi. Organik reagentning xloga nisbatan stexiometrik koeffitsientiga yaqin yoki olefinning miqdorini 5 % ortiqcha olish mumkin. Bunda xlor to‘lik reaksiyaga kirishadi.

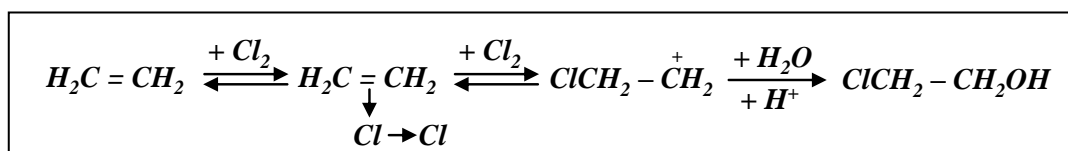
**Xlogidrinlash reaksiyalari.** Dastlab, xloginlash reaksiyasi xlorni suvda gidrolizlanishi natijasida hosil bo‘lgan gipoxloridni birikishi natijasida sodir



bo‘ladi deb hisoblanganligi sababli gipoxlorlash degan nom berilgan. Keyinchalik, neytral muxitda olefinlar bilan juda sekin reaksiyaga kirishi, lekin eritmaning kislotaliligi ortishi bilan reaksiya tezlashishi aniqlangan. Bu hodisani xlarning gidratlangan kation hosil bulishi bilan tushuntirish mumkin, chunki u kuchli elektrofil agenti bulib olefinlardagi qo‘shbog‘ga birikishi hisobiga  $\sigma$ -kompleks xosil qiladi va u suv bilan birikishi natijasida xlorgidrin xosil bo‘ladi:



Reaksiya xlarning suvli eritmasida sodir bo‘lsa, xlor kationi hosil bo‘lishi extimoli kamayadi. Bu holda qo‘shbog‘ga ta’sir etuvchi elektrofil agent xlor molekulasini hisoblanadi:



Reaksiya tezligini ikkinchi tartibli tenglama bilan quyidagicha izohlash mumkin:

$$r = k[RCH=CH_2][Cl_2]$$

Olefinlarning reaksiyon faolligi bo‘yicha quyidagi qatorga joylashtirish mumkin:



Xlorgidrinlash reaksiyalari yordamida olinadigan mahsulotlar:

**Propiloxlorgidrin** izomerlari aralashmasi propilenni xlorgidrinlash natijasida xosil bo‘ladi.

**Dixlorgidrin gliserin** va uning izomeri 5 % - li suvli eritma holida allilxloridni xlorgidrinlash bilan olinadi.

Xlorgidrinlashning 2 xil usuli mavjud: birinchi usulda propilen va xlor mahsulotlarning suvli eritmalari ustidan barbotirlanadi. Kolonnaning pastki qismidan suv yuboriladi, suvning qizishi hisobiga issiqlik tashqariga chiqariladi. Agar gazlar tarkibida inert qo‘shimchalar bo‘lsa, unda issiqlikning bir qismi qaytar kondensator yordamida qayta buglatish hisobiga kamaytiriladi. Bunda suv bilan

birgalikda dixlorpropan ham bug‘lanadi. Bug‘lar kondensatsiyalanadi, ularni separatorida ajratiladi. Suv kolonnaga qaytariladi, 1,2-dixlorpropan tozalangandan so‘ng istemolga beriladi. Xlorgidrin eritmasi kolonnaning yon tomonidan chiqariladi, uni oxak yordamida neytrallanadi va propilenoksidi sintez qilishiga yuboriladi.

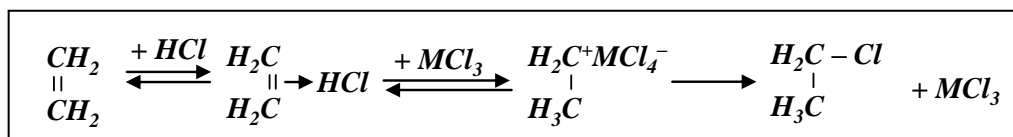
Bu usul dixlorgidrin, gliserin olish uchun qo‘llaniladi, bunda allilxloridni bug‘ hoida reaksiya zonasiga kiritiladi.

**Gidrogalogenlash.** Uglerod uglerod qo‘sh yoki uchbog‘lar hisobiga galogenlash jarayonlari muxim amaliy ahamiyatga ega.

$C = C$  bog‘lar buo‘icha gidrogalogenlash. Gidrogalogenlash ekzotermik qaytar reaksiya. Uning muvozanati temperatura pasayishi bilan o‘ng tomonga siljiydi, va  $< 50\text{ }^{\circ}C$  da reaksiya qaytmaydi.

Turli galogenvodorodlarning reaksiyaga kirishish qobiliyati erkin galogenlarning faolligiga qarama-qarshi ravishda quyidagicha ortib boradi.

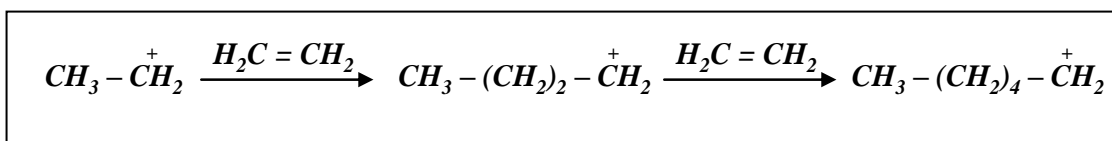
Gidroxlorlashda katalizator sifatida ko‘pincha  $AlCl_3$  yoki  $FeCl_3$  qo‘llaniladi. Reaksiya elektrofil mexanizm asosida sodir bo‘ladi.  $MCl_3$  faolligini  $\pi$ -komplekni  $\sigma$ -kompleksga o‘tishining osonligida deb tushuntirish:



Ikkala mexanizm uchun bir xil kinetik tenglama mos keladi, u eksperiment asosida anislangan:

$$r = [MCl_3][HCl][RCh=Ch_2]$$

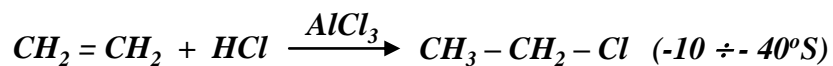
Gidroxlorlashda, asosan katalizator  $MCl_3$  ishtirokida oraliq polimerlanish reaksiyasi ham sodir bo‘ladi:



Bunda suyuq past molekularli polimerlar hosil bo'radi, temperatura ortishi bilan ularning miqdori ortadi.

Olinadigan muhim mahsulotlar:

Etil xlorid, normal sharoitda gaz (kondensatsiyalanish xarorati +12,3°C). Uni AlCl<sub>3</sub> ishtrokida etilenga HCl ta'sir ettirib olinadi:



Etilxlorid etillovchi agent sifatida qo'llaniladi. Masalan, dietildixlorsilan ishlab chiqarishda, to'rt etil qo'rg'oshin va x.k.

Etil bromid suyuqlik ( $t_{qay}=38,4^\circ\text{C}$ ). Uni, motor yoqilg'ilarini oktan sonini oshirish uchun tetraetil qo'rg'oshin eritmasini tayyorlashda ishlatiladi.

### Mavzu buyicha savollar:

1. Galogenlash jarayonlarining tavsifi.
2. Galogenlash reaksiyalarining turlari.
3. Radikal zanjirli xlrlash.
4. Suyuq fazada xlrlash texnologiyasi.
5. Etanning polixlorli xosilalari.
6. Xlorparafinlar.
7. Arenlarning xlorli xosilalari.
8. Suyuq fazada radikal-zanjirli xlrlash xloratorlari.
9. Suyuq fazada radikal-zanjirli xlrlash texnologiyasi.
10. 1,1,1-trixloretanni olish texnologiyasi.

### Nazorat savollari

1. Galogenorganik birikmalarning Respublika kimyo sanoati rivojida ahamiyati.
2. Texnologiya termini qanday ta'riflanadi
3. Vinilxlorid ishlab chiqarishni joriy qilishning istiqbollari.

4. Etandan vinilxlorid sintez qilishni takomillashtirish asoslari.
5. Etilendan vinilxloridning ikki bosqichli sintezi.
6. Etilendan vinilxlorid olishning bir bosqichli jarayoni. “Staffer” firmasi jarayoni
7. Oksidlash-xlorlash orqali etilendan vinilxlorid olish
8. Galogenlash jarayonlarining tavsifi.
9. Galogenlash reaksiyalarining turlari.
10. Radikal zanjirli xlorlash.
11. Suyuq fazada xlorlash texnologiyasi.
12. Etanning polixlorli xosilalari.
13. Xlorparafinlar.
14. Arenlarning xlorli xosilalari.
15. Suyuq fazada radikal-zanjirli xlorlash xloratorlari.
16. Suyuq fazada radikal-zanjirli xlorlash texnologiyasi.
17. 1,1,1-trixloreanni olish texnologiyasi.

## **2-amaliy mashg‘ulot: Skleartech texnologiyasi bo‘yicha yiliga 125 ming tonna polietilen ishlab chiqarishda xom ashyoni sarf balansini hisoblash**

**Ishdan maqsad:** Skleartech texnologiyasi bo‘yicha yiliga 125 ming tonna polietilen ishlab chiqarishda xom ashyoni sarf balansini hisoblash.

Texnologik jarayon bo‘yicha yiliga 6000 tonna buten-1 ishlab chiqarilib, turli markali polietilen olishda buten-1 har xil miqdorda somonomer sifatida ishlatiladi.

1. Buten-1 ishlab chiqarishda etilenni buten-1 ga aylanish miqdori 85%ni tashkil etadi. Demak, yiliga 6000 t buten-1 ishlab chiqarish uchun sarf bo‘ladigan etilen miqdori

$$6000 \cdot 85$$

X-100  $x = 6000 \cdot 100 / 85 = 7058$  t.ni tashkil etadi. Reaksiyaga kirishmagan etilen yoqilg‘i gazlari sifatida ajralib chiqadi va yoqib yuboriladi.

Demak, buten-1 ishlab chiqarishda etilenni ishlatish (xarajat qilish) koeffsienti  $7058 : 6000 = 1.1763$  ga teng.

2. 125 000 tonna polietilen olishda ishlatiladigan etilen miqdorini aniqlaymiz. Bir yilda sarf bo'ladigan etilening umumiy miqdori 137000 t.ni tashkil etadi.

$$137\ 000 - 7058 = 129\ 942 \text{ tonna etilen.}$$

Demak, 125 000 tonna polietilen ishlab chiqarish uchun 129 942 tonna etilen va 6000 tonna buten -1 sarf qilinadi.

3. 125 000 tonna polietilen ishlab chiqarish uchun xarajat qilinayotgan monomerlarni miqdorini aniqlaymiz.

$$129\ 942 + 6000 = 135\ 942 \text{ tonna}$$

4. Texnologik jarayonda monomerlarning polimerga aylanish miqdori (konversiya) 95% ni tashkil etadi. Demak, 135 942 tonna monomerlar aralashmasidan polimerga aylanadigan miqdorini topamiz.

$$135\ 942 \text{---} 100$$

$$X \text{ ---} 95 \quad x = 129\ 144 \text{ tonna}$$

Demak, polimerlanish jarayonida polimerga aylanmagan monomerlar aralashmasi (etilen+ buten -1) miqdori:

$$135942 - 129144 = 6798 \text{ tonnani tashkil etadi.}$$

Bu miqdordagi monomerlar aralashmasi texnologik jarayonda qaytmas yo'qotiladi.

Demak, buten -1 va polietilen ishlab chiqarish jarayonida hammasi bo'lib  $1058 + 6798 = 7856$  tonna etilen (etilen+buten-1 aralashmasi) qaytmas yo'qotilayapti.

Endi polietilen ishlab chiqarish texnologik jarayoni oxiridan polimerlanishda hosil bo'lgan yo'qotishlarni hisoblab topamiz.

5. Hosil bo'lgan polietilen granulalarini elashda kattaligi to'g'ri kelmagan granulalar miqdori, polimerga aylanayotgan monomerlar miqdorini 0.296 % ni tashkil etadi.

$$129144 \text{---} 100$$

$$X \text{ --- } 0.296 \quad X = 129144 * 0.296/100 = 382.3 \text{ tonna}$$

6. Granulaga qirqish vaqtida sovutish suvida yig'ilib qolgan polimerni mayda zarrachalari, polimerga aylanayotgan monomerlar miqdorini 0.23% ini tashkil etadi.

$$129\ 144 \text{ --- } 100$$

$$X \text{ ---} 0.23 \quad x = 129\ 144 * 0.23 / 100 = 297 \text{ t.}$$

7. Ekstruderlash jarayonida uchib chiqayotgan siklogeksanni chiqarib yuborish tirqishidan yo'qotilayotgan polimer miqdori, polimerga aylanayotgan monomerlar miqdorini 0.6574 % ini tashkil etadi.

$$129\ 144 \text{ ---} 100$$

$$X \text{ ---} 0.6574$$

$$X = 129\ 144 * 0.6574/100 = 849 \text{ tonna}$$

8. Qoldiq siklogeksandan tozalashda (bug'latgichda) siklogeksan bug'lari bilan olib chiqilayotgan polimer miqdori, polimerga aylanayotgan monomerlar miqdorini 0.183% ni tashkil etadi.

$$129144 \text{ --- } 100$$

$$X \text{ --- } 0.183$$

$$X = 129144 * 0.183/100 = 236.3 \text{ tonna}$$

9. Siklogeksanda erigan monomolekulyar (past molekulyali) polietilen miqdori, polimerga aylanayotgan monomerlar miqdorini 1.8% ini tashkil etadi.

$$129144 \text{ --- } 100$$

$$X \text{ --- } 1.8$$

$$X = 129144 * 1.8/100 = 2324.6 \text{ tonna}$$

10. Faolsizlantirilgan katalizatorlar bilan cho'kmaga tushib, olib chiqib ketilayotgan polimer miqdori, polimerga aylanayotgan monomerlar miqdorini 0.0424 % ini tashkil etadi.

$$129144 \text{ --- } 100$$

$$X \text{ ---} 0.0424$$

$$X = 129144 * 0.0424/100 = 54.8 \text{ tonna}$$

Buten -1 ishlab chiqarish material balansi 2.9-jadvalda keltirilgan.

<b>Kirish</b>		<b>chiqish</b>	
nomi	miqdori	nomi	miqdori
etilen	7058 t.	1. Buten – 1 2. Yoqilg‘i gazlar bilan chiqadigan va qaytmas gazlar	6000 t. 1058 t. (qaytmas)
<b>jami</b>	<b>7058 t.</b>		<b>7058 t.</b>

**Polietilen ishlab chiqarish jarayoni material balansi jadvali.**

<b>kirish</b>		<b>Chiqish</b>	
nomi	Miqdori (t)	nomi	Miqdori (t)
1. Etilen	129942	1. Polietilen	125000
2. buten-1	6000	2. Polimerlashda polimerga aylanmay yo‘qoladigan monomerlar	6798 (qaytmas)
		3. Elashda kattaligi to‘g‘ri kelmagan granulalar	382.3 (qaytar)
		4. Granulaga qir qilayotganda hosil bo‘ladigan polietilen mayda zarrachalari	297 (qaytar)
		5. Ekstruder tirqishidan chiqayotgan polietilen	849 (qaytar)
		6. Siklogeksanda erigan past molekula massali polietilen	236.3 (qaytar)
		7. Past molekuli polietilen	
		8. Faolsizlantirilgan katalizator qoldiqlari bilan chiqib ketayotgan polietilen	2324.6 (qaytmas)
			54.8 (qaytmas)
<b>Jami</b>	<b>135 942</b>	<b>Jami</b>	<b>135 942</b>

## Buten -1 va polietilen ishlab chiqarishning umumiy material balansi jadvali.

2.11-jadval

Kirish		Chiqish	
nomi	Miqdori	nomi	Miqdori
1. Buten -1 olish uchun etilen	7058 t.	1.Polietilen	125000
2. Polimerlanishga olingan etilen	129 942	2.buten -1 olishda qaytmas yo‘qotiladigan etilen	1058
		3.Polietilen ishlab chiqarishda hosil bo‘lgan qaytar chiqindilar	1764.6
		4.Polietilen ishlab chiqarishdagi qaytmas yo‘qotishlar	9177.4
<b>Jami</b>	<b>137000</b>	<b>Jami</b>	<b>137000</b>

Turli markali polietilen ishlab chiqarishda qo‘shimchalar (antioksidantlar, sirg‘anish agentlari, antiadgezivlar va x.k.) texnologik jarayonni turli bosqichlarida polietilen tarkibiga qo‘shiladilar. Qo‘shimchalarni qaysi bosqichda qo‘shilishiga qarab, shu bosqichdan boshlab ularni harajati va yo‘qotilishi material balans tarkibiga kiritilishi shart.Undan tashqari material balans tarkibiga polimerlanishda qatnashayotgan katalizator kompleksini tashkil etuvchi moddalar, katalizatorlarni faolsizlantiruvchi moddalar, erituvchi sifatida ishlatilayotgan siklogeksanlarni ishlatilayotgan miqdori va ularni yo‘qotish miqdorlari ham kiritilishi kerak.

### **Polimerlar ishlab chiqarish korxonalarida asosiy va yordamchi jihoz va dastgohlarni tanlash va hisoblab chiqish.**

Loyihani ushbu bo‘limida texnologik jarayonda ishlatiladigan barcha asosiy va qo‘shimcha jihoz va dastgohlar tanlanadi.Loyihalashda berilgan yillik ishlab chiqarish unumdorligidan, hamda har bir jihoz va dastgohni ishlab chiqarish unumdorligidan kelib chiqib, ushbu jihoz va dastgohlarni texnologik jarayonda ishlatilishi lozim bo‘lgan soni hisoblab topiladi. Ushbu hisob ishlarini bajarish uchun talaba loyihada ishlab chiqarilishi ko‘zda tutilgan mahsulotni ishlab



chiqarish korxonasida qanday amalga oshirilishini (uzlukli, uzluksiz, necha smenalik, haftasiga necha kun ishlanadi) bilishi kerak. Bir yil davomida necha kun va necha soat mahsulot ishlab chiqarishda sarflanishni hisoblab topilganidan so'ng, har bir jihoz va dastgohni 1 soatdagi ishlab chiqarish unumdorligiga qarab uni kerakli soni hisoblab topiladi.

Quyida uzlukli, 2 smenali, haftasiga 5 kun ishlaydigan korxonani bir yillik ish soatini hisoblab topish namuna sifatida keltirilgan.

$$365 - (52 \cdot 52 - 6 - 3) = 252$$

bu erda: 365 – bir yillik kunlar soni

52- bir yildagi shanba kunlari soni

52- bir yildagi yakshanba kunlari soni

6- bir yildagi bayram kunlari soni

3- bir yilda rejalashtirilmagan ta'mirlar uchun sarf bo'ladigan kunlar soni.

Yuqorida keltirilganidek korxonada 2 smenada (har bir smena ish vaqti 8 soatdan bo'lganida) ishlashini hisobga olsak, bir yillik ish soatlarini quyidagicha hisoblaymiz.

$$252 \times (8 \cdot 2) = 4032 \text{ soat.}$$

Ushbu soatlar hisoblanib topilgach har bir tanlangan jihoz va dastgohni bir soatlik ishlab chiqarish unumdorligiga topilgan sonini ko'paytirilsa, ushbu jihozni bir yilda ishlab chiqarishi mumkin bo'lgan mahsulot miqdori aniqlanadi. Masalan soatiga 300 kg ( 0.3t) mahsulot ishlab chiqarish unumdorligiga ega jihozni bir yillik ishlab chiqarish unumdorligi

$$4032 \times 0,3 = 1209,6 \text{ t. ni tashkil etadi.}$$

Agar ushbu mahsulotdan yiliga 7000 t. ishlab chiqarish rejalashtirilgan bo'lsa, kerakli jihoz soni

$7000 : 1209,6 = 5,78 \approx 6$  deb qabul qilinadi. Bunda jihozni foydali ish koeffsienti

$$5,78$$

$$\frac{—}{6} = 0,965 \text{ ni tashkil etadi.}$$

$$6$$

## Nazorat savollari

1. Polimerlarni past molekularli moddalardan ajratib turadigan asosiy farqlari.
2. Polimerlarni erituvchilarda erishining o'ziga xosligini tushuntiring.
3. Polimerlarning yuqori elastik holati va bu holatni namoyon etish sabablari.
4. Polimerlarni o'rtacha massaviy va o'rtacha raqamiy molekula massalarini topish va ularni farqi nimani bildiradi?
5. Polimerlar qanday reaksiyalar yordamida sintez qilinadi? Misollar keltiring.
6. Past bosimda polietilen olish texnologiyasida katalizator miqdori, PE struktura va xossalriga ta'siri.
7. O'rta bosimda polietilen olish texnologiyasida katalizator hili, uni kiritilishi.
8. Sigler-Natta katalizatorlari ishtirokida stereoregulyar polimer hosil bo'lish sabablarini reaksiyalarni misolida tushuntiring.
9. Initsiatorlar, katalizatorlar, sokatalizatorlar, rostlagichlar, ingibitorlar nima, ular polimerlanish reaksiyasida qanday vazifani bajaradilar? Misollar bilan tushuntiring.
10. SKLEARTECH texnologiyasidagi uch xil reaktorlar sistemasida olib boriladigan texnologik jarayonlar farqi.

### **3 – amaliy mashg'ulot: Yog'ochsozlik va sellyuloza sanoatidagi innovatsion texnologiyalarni o'rganish**

**Ishdan maqsad:** Yog'ochsozlik va sellyuloza sanoatidagi innovatsion texnologiyalarni o'rganish.

#### **Mashg'ulotni bajarish tartibi:**

1. Nazariy materiallarni to'liq o'rganib chiqing.
2. Tavsiya qilingan adabiyotlar bo'yicha mavzuga oid ma'lumotlarni tahlil qiling.

3. Amaliy mashg'ulotga berilgan topshiriqlarni o'qing va osondan murakkabga qarab bajaring.
4. O'tilgan mavzular bo'yicha grafik organayzerlar ishlab chiqing.
5. O'tilgan mavzular bo'yicha iSpring testlarini ishlab chiqing.
6. Amaliy mashg'ulot mavzusiga oid sinkveyn tuzing.
7. Kichik guruhlariga bo'linib ishlab chiqilgan grafik organayzerlar, iSpring testlar va sinkveynlarni tahlil qiling.

### **Topshiriqlar**

#### ***Termoyog'och xossalarini o'rganish***

1. Termoyog'och olish mumkin bo'lgan mahalliy yog'ochlarni sanab bering.
2. Termoyog'ochning qo'llanilish sohaslarini sanab bering va izohlang.
3. Termoyog'ochning asosiy xossalarini sanab bering.
4. Yog'ochni broshirlash jarayonining mohiyatini tushuntirib bering.
5. Termoyog'och va broshirlangan yog'ochni o'zaro taqqoslang.

#### ***Yoqilg'i briketlarini o'rganish***

6. Respublikaning yoqilg'i briketlariga bo'lgan ehtiyojini bayon qiling.
7. Yoqilg'i briketlarining afzalliklarini va ularni ishlab chiqarish va qo'llashdagi muammolarni bayon qiling.
8. Yoqilg'i briketining turlarini sanab bering va ularni tavsiflang.
9. Yoqilg'i briketi va pelletni o'zaro taqqoslang.
10. "RUF" briketlari, "Nestro" briketlari, "Pin-Kay" briketlarini o'zaro taqqoslang.
11. Briketlarning cho'g'lanib va alanganib yonish jarayonini taqqoslang, bu jarayonlarning fizik va kimyoviy mohiyatini izohlang.

#### ***Kuydirilgan biomassani o'rganish***

12. Respublikaning kuydirilgan biomassaga bo'lgan ehtiyojini bayon qiling.

13. Kuydirilgan biomassalarning afzalliklarini va ularni ishlab chiqarish va qo'llashdagi muammolarni bayon qiling.
14. Biomassani kuydirish jarayonlari rejimlarini aytib bering.
15. Biomassani kuydirishda hosil bo'ladigan mahsulotlarni aytib bering.
16. Biomassa tarkibida H:C va O:C nisbatlarining o'zgarishi bilan sifat o'zgarishini ta'riflang.
17. Biomassani kuydirish va zichlash jarayonlarida qo'llaniladigan usullar va reaktorlarni sanab bering.

### **Foydali manzillar**

1. <https://flagma.uz/ru/toplivny-briket-iz-opilok-so1366039-1.html>
2. <https://www.openbusiness.ru/html/dop10/proizvodstvo-briketov.htm>
3. <https://bio.ukr.bio/ru/articles/2346/>
4. <http://www.parmatech.org/toplivnye-brikety.html>
5. <https://teplo.guru/kotly/toplivnyie-briketyi.html>
6. <https://bio.ukr.bio/ru/articles/2346/>
7. <https://bio.ukr.bio/ru/articles/2582/>
8. <http://argo-trade.com/pellets>
9. <https://bio.ukr.bio/ru/articles/7540/>
10. <https://www.tproekt.com/biznes-po-proizvodstvu-pelletov-iz-opiloktehnologiya-proizvodstva-pellet/>
11. <https://www.forumhouse.ru/articles/house/6853>
12. <https://www.peredelka.tv/articles/flat/systems-constructions/floor/materials/termodrevesina/>
13. <http://www.tavis.com.ua/termodrevesina/>
14. <https://derevovdom.ru/articals/45>
15. <https://lunawood.com/ru/thermowood/>

### **Nazorat savollari**

1. Termoyog'ochni olish usullari va rejimlarini aytib bering.
2. Termoyog'och xom ashyosi sifatida qanday yog'och turlari ishlatiladi?

3. Yog'ochga termik ishlov berish qanday fizik o'zgarishlarga olib keladi? Buning natijasida yog'ochda qanday noyob xossalar paydo bo'ladi?
4. Termoyog'ochning asosiy xossalarini sanab bering.
5. RUF-briketlari qanday olinadi?
6. Pelletlar deganda nimani tushunasiz?
7. NESTRO silindrik briketlarining xossalarini aytib bering.
8. Pin-kay briketlarini ta'riflab bering.
9. "RUF" briketlari, "Nestro" briketlari, "Pin-Kay" briketlarini o'zaro taqqoslang.
10. Biomassani kuydirish qanday jarayon hisoblanadi? U qay tartibda amalga oshiriladi?

## **Sellyuloza-qog'oz sanoatining zamonaviy muammolari va rivojlantirishning innovatsion yo'llarini o'rganish**

### **Nazariy qism**

1. Qog'oz sanoatdagi muammolar va rivojlantirishning innovatsion yo'llari;
2. Tarkibida sellyuloza saqlovchi xom ashyolardan sellyuloza olishning innovatsion texnologiyalari.

**Tayanch iboralar:** *Texnologiya, yog'och, xom ash'yo, ekstraksiyalash, kimyoviy eritmalar, gidrolizlash, ishqorda pishirish, sellyuloza, polimerlanish darajasi, oqartirish, to'ldirgichlar, bo'yoq, elim, qog'oz, makulatura, karton, oqligi, silliqligi, xiraligi, kul miqdori.*

Sellyuloza tabiatda keng tarqalgan tabiiy polimer. U o'simliklarning asosiy qismini tashkil qiladi va rivojlanishida faol ishtirok etadi. Hozirgi vaqta sellyuloza sanoatda xomashyo sifatida keng qo'llaniladi. Rossiya va Evropa mamlakatlarida sellyuloza, asosan, yog'och tarkibidan ajratib olinadi.

O'zbekistonning asosiy boylıklaridan biri bu paxta. Paxta tolasi to'qimachilik, chigiti – yog'-moy sanoatlari uchun homashyoligi ma'lum. Paxtani chigitidan ajratish jarayonida kalta tolalar (7-8 mm va undan uzun, A tip, 6-7 mm va undan kalta, B tip) hosil bo'ladi. Bular paxta momig'i deb nomlanadi, bir

vaqtlar chiqindi hisoblanar edi. Hozirgi vaqtda kimyo va qog‘oz sanoatlari uchun qimmatbaho homashyo hisoblanadi.

Insoniyat yozish uchun materialni qog‘oz ixtiro qilinmasdan ancha oldin topgan. Qadimgi Misrlilar eramizdan 4000 yil avval papirus o‘simlik poyasining qobig‘ini shilib tekislashgan, so‘ngra uni xoch holida ustma-ust qo‘yib, presslab yopishtirishgan. Qurilgan material esa yozish vositasi sifatida ishlatilgan. Lekin bu hali qog‘oz emas edi. Qog‘oz qilishni Xitoylik tadqiqotchi Say Lun o‘zidan oldingi izlanishlarni hisobga olib, 105 yilda ixtiro qilgan. U xomashyo sifatida tut daraxti po‘stlog‘ining ichki tolali qismidan foydalangan. Keyinchalik lub, kanop, bambuk va boshqa tabiiy o‘simlik poyalari ishlatilgan. Tabiat va inson qo‘li bilan yaratilgan qog‘oz mahsulotlari o‘zining ajoyib hususiyatlariga ko‘ra hozirgi kunda ham bebaho material sifatida xizmat qilib kelmoqda.

Mustaqillik davrida mamlakatimizda qog‘oz ishlab chiqarish yuqori bosqichlarga ko‘tarildi. Avval yagona “O‘zbek qog‘ozi” OAJ ishlab tugan bo‘lsa, hozirgi kunda qog‘oz ishlab chiqaruvchi korxonalar soni oltitaga etdi. Korxonalarda yuqori sifatli qog‘oz mahsulotlari ishlab chiqarishni kengaytirish maqsadida texnologiyani yanada takomillashtirish ishlari olib borilmoqda.

O‘rta Osiyoda, jumladan O‘zbekistonda qog‘oz ishlab chiqarish Samarqand shahrida 751 yildan boshlangan. Mazkur hunarmadchilik sohasining rivojlanishiga mamlakatimiz qog‘ozgir (qog‘ozchi, qog‘ozrez) ustalari katta hissa qo‘shganlar. Ma’lumki, qog‘ozgirlikning yuzaga kelishi uchun muayyan shart-sharoit, amaliy bilim hamda tajriba bo‘lishi lozim. Eng avvalo qog‘oz ishlab chiqarish uchun zaruriy homashyo, maxsus qozonlar kerak bo‘ladi. Bunday imkoniyatlar hamma joyda ham bo‘lgan emas, albatta.

Samarqand qog‘ozi tayyorlangan xomashyosiga ko‘ra, asosan uch navga ajratilgan. Ulardan biri ipak chiqindilari, tarandilardan tayyorlangan va unga hech qanday paxta tolasi qo‘shilmagan. Bunday qog‘oz nihoyatda puxta, go‘zal, juda silliq bo‘lib, sariq tusda tovlanib turgan. Bu qog‘oz “qog‘ozi ipak” deb yuritilgan. Samarqand qog‘ozining ikkinchi xili – yarim shoyi qog‘oz. Bu qog‘ozni olish uchun ipak chiqindisiga teng miqdorda lub poyasi qo‘shib tayyorlangan. Bu

qog‘oz qalin, puxta bo‘lgan va u juda yaxshi oxorlangan. Uni “nimkatoni” deb ham atashgan. Bunday qog‘ozdan tayyorlangan kitob qo‘lyozmasi ham chiroyli bo‘lgan. Samarqand qog‘ozining uchinchi navi – deyarli paxtaning o‘zidan tayyorlangan.

Qog‘oz ishlab chiqarishda bir necha rangli bo‘yoqlardan foydalanilgan. Bo‘yoq tayyorlash uchun mineral bo‘yoqlar tuxum oqi bilan qorishtirilib ishlatilgan. Yozuv qog‘ozini bo‘yashda ro‘yan, buzg‘un, nil (indigo), xina, za‘faron kabi o‘simliklarning guli, poyasi, bargi, ildizi va tupi ishlatilgan. Bundan tashqari anor ildizi, choy shamasi, qizil piyoz po‘choqlaridan ham foydalanilgan.

Ibn al-Nadim “Kitob al-fixrist” asarida qog‘ozning bir necha navlari va ularning nomlari quyidagi shaxslar bilan bog‘lik, degan ma’lumotlar keltirilgan:

1. Sulaymon ibn Rashid.
2. Ja’far bin Xolid bin Barmoq.
3. Talx ibn Tohir.
4. No‘x ibn Nasr.
5. Al-Firavniy.

Hozirgi vaqtda O‘zbekistonning Angren shahrida “SANOATQALINQOG‘OZSAVDO” OAJ ga qarashli karton va Yangiyo‘l, Namangan shaharlarida hamda Toshkent viloyatida “Davlat belgisi” ishlab chiqarish birlashmasi qoshidagi Toshkent qog‘oz fabrikasi, Farg‘ona shahrida esa yuqori ishlab chiqarish quvvatga ega bo‘lgan paxta sellyulozasi ishlab chiqarish korxonasi faoliyat yuritmoqda. Istiqbolda Sirdaryo viloyati Shirin shahrida bir yillik o‘simlik poyasidan qog‘oz olishga mo‘ljallangan OOO “Asl qog‘oz” fabrikasi ishga tushiriladi.

### **1. Qog‘oz sanoadagi muammolar va rivojlantirishning innovatsion yo‘llari**

Ma’lumki qog‘oz tur va navlari 5000 dan ortiq. Ular o‘n sinfga bo‘linadi:

1. *Bosma (matbaa) uchun qog‘ozlar* – ko‘plab ishlab chiqariladigan qog‘oz turlardan bo‘lib, asosan matbaa va (izobratitelnoy) mahsulot (gazeta, bosmaxona, ofset, chuqur bosma, kartografik, muqova, etiketka va boshqa) uchun mo‘ljallangan.

2. *Dekarativ qog'oz* – har xil ranga bo'yalgan, silliq yoki yuzasi krepirlangan yoki baxmal tusli, mramor, teri, polotno; bu – aerografiya, baxmal, krepirlangan, mramor va boshqa ko'rinishdagi qog'oz bo'lib, kitob muqovalarini va kitob-jurnal mahsulotlarni bezashda ishlatiladi.

3. Yozuv uchun, printerda bosish, chizmachilik va rasm chizish uchun qog'oz – yozuv, rangli, daftar, pochta, mashina yozuv, rotator, nusxa ko'chirish, chizmachilik, vatman qog'oz, kalka qog'oz, tiniq chizmachilik qog'oz, rasm chizish va boshqalar.

4. Elektrotexnik qog'oz – elektrizolyasiya, telefon, kondensator, kabel, yarimo'tkazgichli kabel va boshqalar.

5. *O'rash taxlash uchun qog'oz* – avtomat usulida oziq ovqat mahsulotlarni qadoqlash, qandni o'rash qog'ozi, choy, meva, shisha idishlar, to'qimachilik mahsulotlar, qop qog'oz, qog'oz qutilar, kino-fotomateriallar uchun nur o'tkazmaydigan qog'oz, yog'-moy o'tkazmaydigan o'rov qog'oz, o'rov, o'simlik pergament, pergamin va boshqalar.

6. *Nur sezgir qog'oz* – nur sezgir, nur sezgir diopozitiv va fotografiya qog'oz, nur sezgir diopozitiv kalka.

7. *Sigaret va papiros tayyorlash uchun qog'oz* – chekish, munshtukli, papiros va sigaret.

8. *Shimuvchi qog'oz* – xromatografiya uchun shimuvchi qog'oz, har xil filtrlovchi.

9. *Har xil maqsadlar uchun qo'llaniladigan sanoat qog'oz* – simob ruh elementlar uchun, kimyoviy tok man'bai, kalandr qog'oz, patron, shpagat, perfokarta, suvda eriydigan, termoreaktiv, issiqlik sezgir, elektroografiya uchun, nusxa ko'chirish uchun gumirlash qog'oz va boshqalar.

10. *Asos-qog'oz* – bunga kiruvchi qog'ozlar: har xil ko'rinishda qog'oz olishda asos sifatida, mos ishlov berilgan qog'oz mahsulot va fibrlar, shimdirilgan va qoplama (asos-qog'oz, bo'rlash asosi, termoreaktiv, nusxa ko'chirish, parafinlangan, pergament, fotoqog'oz, fotokalka, qumqog'oz, sut mahsulotlarni qadoqlash, gigiena salftka, elimlangan lenta, elimlangan karton va boshqalar.



## ***Qog'oz massasini tayyorlash***

Qog'oz massasini quyish, qog'oz va karton olish mashinalari sxemasining ajralmas qismi hisoblanadi. Bu sistemaning asosiy vazifasi – massani mashinaning bosim yashigiga (напорный ящик)jo'natishga tayyorlashdan iborat. Massani quyishga tayyorlash uchun quyidagi ishlar bajariladi:

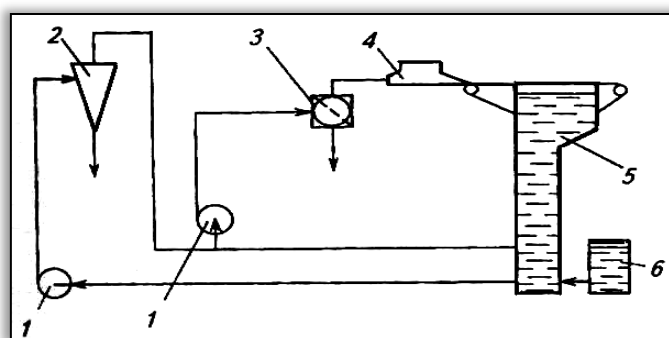
- aralashtirish hovzasidan keyin massani suyultirish;
- massani qo'shimchalardan to'liq tozalash;
- massani havosizlantirish.

Qog'oz massasini tayyorlash sistemasi bir nechta bloklarni o'z ichiga oladi. Bu bloklar massani suyultirish, uyurmali tozalash, massani havosizlantirish va boshqalardan iborat. Sistemaning tarkibiy qismi quyidagilardan iborat: nasoslar, qog'oz massasini bir joydan ikkinchi joyga jo'natish uchun kerakli armatura va kommunikatsiyalar, chiqindilar, aylanma va toza suvlardir. Yarimmahsulot turi va mahsulotga qo'yilgan talablarga qarab, massani tayyorlashda ayrim bloklar boshqa funksiyalarni ham bajarishi mumkin. Ko'p qavatli mahsulot tayyorlanganda (karton, asos-qog'oz va boshqalar), mahsulotning har bir qavatini quyishda qog'oz massasini alohida tayyorlash sistemasi bo'lishi kerak. Bu qog'oz olish mashinasining ishlashiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Tolali yarimmahsulotlar fabrikaga keltirishidan oldin tegishli bo'limlarda tozalanadi va ifloslikdan tozalanadi. Shu sababli quyishga tayyorlashda tolalarning isrofi juda kam bo'ladi.

Quyishdan oldin massani tozalashning tipaviy sxemasi 1-rasmda keltirilgan.

Odatda, bosim yashigida kichik konsentratsiyali (0,4...0,5 %) massa ikki



**4.1-rasm.** Massani bir bosqichli suyultirish usulida tayyorlash sistemasining sxemasi:

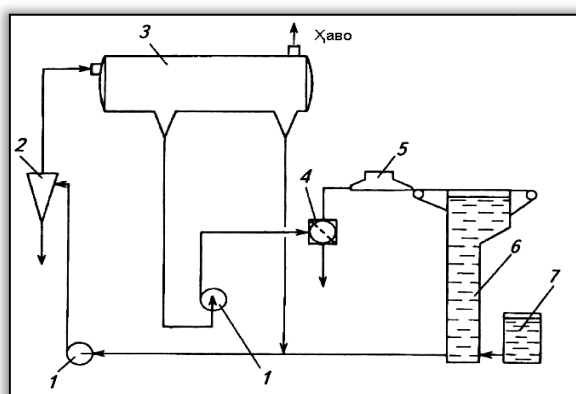
1 – aralashtiruvchi nasoslar; 2 – uyurmali tozalagich; 3 – mashina usulida navlarga ajratish; 4 – bosim yashigi; 5 – to'r tagidagi suv saqlanadigan bak; 6 – mashina havzasi

bosqichli sistemani qo‘llab suyultiriladi. Birinchi bosqichga massa uyurmali tozalagichdan oldin 0,7...1,0 % gacha, ikkinchi bosqichga esa bosim yashigida kerakli konsentratsiyagacha suyultiriladi. Bu usullar uyurmali tozalashni qisqartirishga yordam beradi. Bu usul 1 m<sup>2</sup> maydonli qog‘oz massasi har xil bo‘lganda ishlatiladi, chunki massa hajmi tez-tez o‘zgartiriladi. Sistema barqaror ishlashi uchun 2– bosqichda massani kerakli hajmda suyultirish kerak bo‘ladi.

Ayrim hollarda bir bosqichli sistemadan foydalaniladi. Bunda massaning konsentratsiyasi bosim yashigi xususiyatiga ko‘ra suyultiriladi.

Massani mashinaga berishdan oldin havosizlantirish texnologik sxemasi 2 – rasmda keltirilgan.

Asosiy oqim suyultirilgach, massa mashinaning saralash qismiga jo‘natiladi. Massani dekulatorda suyultirish uchun to‘r tagidagi suvdan foydalaniladi. Yuqori tezlikda ishlaydigan mashinalarda bu usul keng qo‘llaniladi.



**4.2-rasm.** Massani tayyorlashda deaeratsiyalash sxemasi:

- 1 – aralastiruvchi nasoslar;
- 2 – uyurmali tozalagich;
- 3 – dekulyator; 4 – mashina yordamida navlarga ajratish; 5 – bosim yashigi;
- 6 – to‘r tagida joylashgan suv baki;
- 7 – mashina havza.

**Massani mashina havzalarida saqlash.** Qog‘oz massasi qog‘ozni quyishga tayyorlash sistemasiga maydalash-tayyorlash bo‘limidan keladi. Bu bo‘limda yarimmahsulot maydalanadi, qisman tozalanadi va kerakli kompozitlar: to‘ldirgich, bo‘yoq, elim va boshqa moddalar qo‘shiladi. Tayyor komponent mashina havzasiga 3...4 % li konsentratsiyada beriladi.

Mashina havzasining vazifasi komponentlar va massa konsentratsiyasining barqarorligi saqlash hamda bufer zahirani keyingi texnologik bo‘limga uzluksiz etkazib turishdan iborat. Mashina havzasida uzluksiz aralastirilib turish orqali Komponentlarning bir xilligi va massa hossalarning barqarorligiga erishiladi.

Parrakli kuraklarning aylanish chastotasini o'zgartirib turish orqali aralashtirish tezligi hosil qilinadi.

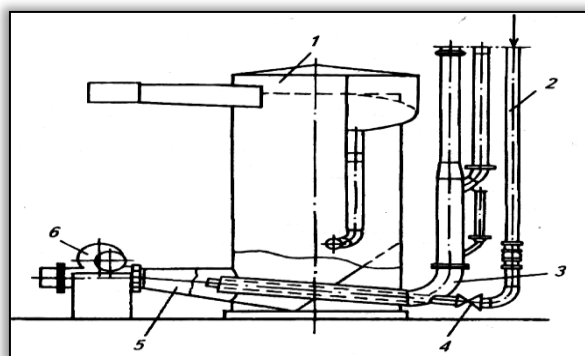
Mashina havzasining hajmi, mashinaning quvvatiga qarab, 10...90 min ishlab turishi hisobidan tanlanadi. Mashina havzasi gorizontaal yoki vertikal silindr shaklida bo'ladi. Hozir, asosan, vertikal silindr shaklidagi mashinalar ishlatilmoqda.

**Qog'oz massasini suyultirish** (3-rasm). Qog'oz massasi qog'oz quyish mashinasiga uzatishdan oldin suyultiriladi. Massani suyultirish uchun mashina to'ri tagidagi suvdan foydalaniladi. Suyultirish darajasi 1 m<sup>2</sup> li qog'ozning massasiga, tolalarning qaysi daraxt yoki paxta momig'idan olinganiga, maydalanish darajasiga, shuningdek, massa temperaturasi, to'r stoli konstruksiyasi (to'r uzunligi, so'ruvchi yashik quvvati)gi bog'liq.

Kam quvvatli mashinalarda massani suyultirish uchun suv bir tekisda toshib turadiga baklardan suv uzluksiz berib turiladi. Bu baklarning satxi yig'uvchi registrdan 4...6 m balandlikda joylashgan bo'ladi. Aylanma suv va massa nasoslar orqali uzatiladi. Ortiqcha aylanma suv va massa to'siqdan toshib, quvur orqali qaytib aylanma suv yig'iladigan bakka, massa esa – mashina havzasiga quyiladi.

Tez harakatlanadigan mashinalar uchun bu usulni qo'llab bo'lmaydi, ularda aralashtiruvchi nasoslar ishlatiladi.

Massani, aralashtiruvchi nasoslar qog'oz massasini konsentratsiyasi 5 % bo'lgancha haydashi mumkin. Suyultiruvchi suvni so'ruvchi nasos liniyasiga berishdan oldin qo'shimcha quvur payvandlanadi. Sistema bir me'yorda ishlashi uchun quvuridagi bosim 10 kPa dan kam bo'lmasligi lozim.



**4.3-rasm.** Qog'oz massasini suyultiruvchi qurilma:

- 1 – korpus; 2, 3 – quvurlar; 4 – zaslonka;
- 5 – komponentlarning chiqish joyi;
- 6 – aralashtiruvchi nasos.

Qurilma korpus (1) ning pastki qismiga oʻrnatilgan. Quyuq massa nasos yordamida mashina havzasidagi quvur (2) orqali aylanma suv beriladigan quvur (3) quvur ichiga oʻrnatilgan quvur orqali beriladi. Bu quvurlar orqali berilayotgan quyuq massa va aylanma suv nisbati 5 dan 10 gacha boʻlishi kerak. Komponentlarning chiqish joyi (5) dagi nasos (6) yonida “portlovchi” effekt hosil boʻladi. Massa suyultirilgach, uning konsentratsiyasi, a.q. tolalarga nisbatan 0,1...0,3 % tashkil etadi.

**Massani tozalash.** Qisman yoki toʻliq suyultirilgan massa nasoslar yordamida tozalash qurilmalariga yuboriladi. Tozalanish darajasi mashinaning ishlashiga va olingan mahsulot sifatiga taʼsir etadi.

Tolali massa ifloslik hosil boʻlishi, shakli va oʻlchamiga qarab har xil boʻladi. Ular mineral, metalli qoʻshimchalar, polimer plyonka parchalari, rezina, tola zarrachalari, qayta ishlashga yuborilgan nuqsonli qogʻozning maydalanmay qolgan mayda parchalari, tola tugunchalari va toʻplamlari, toʻldiruvchi zarrachalari, yelim, daraxtning oʻzak zarrachalari, qobiq va boshqalar boʻlishi mumkin.

Koʻp uchraydigan ifloslantiruvchi zarrachalarning zichligi 1- jadvalda keltirilgan.

### **Tolali massadagi iflosliklar zichligi**

*4.1-jadval*

Ifloslarni koʻrinishi	Zichligi, $g/sm^3$
Ogʻirligi:	
metall	6,0 – 9,0
qum	2,0 – 2,2
loy	1,8 – 2,6
siyoh	1,2 – 1,6
Engili:	0,9 – 1,1
suyuqlanuvchi va elimlovchi	0,9 – 1,1
polistirol	0,9 – 1,0
vosk	0,3 – 0,5
penoplast	

Bu iflosliklar konus shaklidagi uyurmali tozalagichlarda tozalanadi. Ular “tug‘ri” (og‘ir zarrachalarni tozalashga, “teskari” – yengil zarrachalarni tozalashga) va “kombi” (og‘ir va yengil zarrachalarni ajratish uchun) ko‘rinishida bo‘ladi. Uyurmali tozalagichning ishlash prinsipi tolalarning zichligi yoki solishtirma yuzasi bilan farqlanadi.

Massa nasos yordamida konusga berilganda “to‘g‘ri” tozalagichning ichida ikkita suspenziyali uyurma hosil bo‘ladi. Bular tashqi (konus devori orqali tepaga yo‘nalgan) va ichki (konus o‘qi orqali tepadan pastga qarab yo‘nalgan) suspenziyalar uyurmalaridir. Tashqi uyurma ta‘sirida og‘ir iflosliklar markazdan qochma kuch tufayli tolali massaning oz qismi bilan birga konus devori orqali harakatlanadi va trubka orqali chiqib ketadi. Massaning qolgan qismi oqim bilan tepaga harakatlanadi va tepadagi markaziy trubka orqali toza massa chiqadi.

“Teskari” uyurmali tozalagichlarda iflosliklar vazifasini yaxshi tolalar bajaradi. Plastika, eritilgan modda, vosk va penoplastlar tipidagi engil iflosliklar esa markaziy uyurma orqali yuqoridagi teshikdan chiqariladi. “Kombi” tipidagi tozalagichlarda bitta konus ichidagi massa uch oqimga bo‘linadi (og‘ir, engil va havosi so‘rib olingan). Odatda, og‘ir chiqindili qo‘shimchalar mashinalar oldidagi tozalagichlar yordamida tozalanadi. Ba‘zan massani tozalash havosizlantirish usuli bilan birga olib boriladi. Buning uchun “kombi” tozalagichlar ishlatiladi. Makulaturadan qog‘oz yoki karton olishda “Kombi” tozalagichlaridan foydalaniladi.

Tozalagich sistemalari odatda oddiy kaskad usulida o‘rnatiladi. Bu usulda chiqindilar birinchi bosqichdan keyingi bosqichga o‘tadi, tozalangan massa esa qayta tozalash uchun yana o‘z holatiga qaytariladi. Tozalash sistemalarining hamma bosqichi shu prinsipda ishlaydi.

Tozalagichlarning ishlash prinsipiga ta‘sir etuvchi omilllar uch guruhga bo‘linadi:

- *konstruktivomillar*: tozalagichning diametri, kirish zonasining konfiguratsiyasi, silindr qismining balandligi, kirish va chiqish patrubkalarining diametri, konus burchagi, konus ichki yuzasi konfiguratsiyasi va boshqalar;

- *ishchi parametrlar*: bosim va massa konsentratsiyasi;

-*tozalanuvchi suspenziya xususiyati*: tola tipi, ifloslarning ko‘rinishi (o‘lchami, konfiguratsiyasi, zichligi) va ularning miqdori.

Konstruktiv omillardan eng muhimi tozalagich diametri hisoblanadi. Massaning tozalash faolligi chiqarib tashlangan chiqindi miqdorini uning massa tarkibidagi miqdoriga nisbati (%) bilan o‘lchanadi.

Tozalovchilarning ishlash davridagi faolligi uning ishlash vaqtini ko‘paytirish va eng muhimi zaruriy bosimni ko‘rsatilgan me’yorda ushlab turishi bilan aniqlanadi.

**Massani navlarga ajratish (saralash).** Massani mashinada saralashdan asosiy maqsad – bosim yashigi va mashinaning to‘rli qismini muddatidan oldin buzilishidan asrash uchun tolalar to‘plami va tugunlarini chiqarib tashlashdan iborat.

Navlarga ajratish bir, ikki, ba’zan uch bosqichda olib boriladi. Birinchi bosqichda chiqindilar miqdori 3...5 % gacha bo‘ladi; ba’zan oxirgi bosqichdan keyin chiqindi kamerasi o‘rnatiladi. U to‘lgandan keyin ochiladi. Mashina yordamida saralash qurilmasi yana flokulalar hosil bo‘lmasligi uchun bosim yashigiga yaqin joyga o‘rnatiladi. Shilliq to‘plamlari qog‘oz polotnosi yuzasiga tushmasligi uchun qurilmaning ichki yuzasi silliq bo‘ladi. Flyans ulangan joy esa “metall – metall” tipida bo‘lishi kerak. Mashinada saralashga qo‘yiladigan asosiy talablardan biri – past pulsatsiyalanishdir.

Qog‘oz polotnosiga shakl berish jarayonida pulsatsiya salbiy omil hisoblanadi. Shuning uchun uning chastotasi va tezligi chegaralangan bo‘ladi.



Massani saralash uchun aylana yoki tirkish shaklidagi to‘rlardan foydalaniladi. 2-jadvalda massa konsentratsiyasi 0,4...0,8 % bo‘lganda massani saralashda ishlatiladigan to‘r ko‘zlarining o‘lchamlari keltirilgan.

### Massani saralashda ishlatiladigan to‘r ko‘zlarining Diametri

4.2-jadval

Navlarga ajratiladigan massa ko‘rinishi	To‘r ko‘zlarining diametri, <i>mm</i>
Gazeta qog‘ozlari	1,6...1,8
Matbaa qog‘ozlari	1,6...2,0
Yupqa ko‘rinishdagi qog‘oz va karton	1,6...2,4
Qog‘oz uchun sulfat selluloza	2,...2,4
Kraf – layner uchun	2,0...2,4
Makulatura	2,0...3,2
Tara kartoni	2,2...2,6

To‘rni perfaratsiya koeffitsientini (*k*) aniqlash uchun quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

- aylana qirqimli teshikchalar uchun:  $k = 90,7 \frac{d^2}{t^2}$

- tirkish qirqimli teshikchalar uchun:  $k = 100 \frac{bl}{tm}$

bu erda: *d* – teshik diametri, *mm*; *t* – ko‘ndalang kesim yo‘nalishidagiteshik va tirkish qadamlari, *mm*; *b* – tirkish eni, *mm*; *l* - tirkish uzunligi, *mm*; *m* – tirkish qadami.

Quyidagi omillarga bogʻlik ravishda yuqorida keltirilgan tenglamalardan biri tanlanadi: mexanik dizayni, pulsatsiya xususiyati, chiqindilarni chiqarib tashlash qurilmasining tuzilishi.

**Qogʻoz massasini deaeratsiyalash.** Mashinada qogʻoz quyishga qadar massaga ishlov berish jarayonida tola bilan suv aralashmalari maʼlum miqdorda havo bilan toʻyinadi. Havoning miqdori massaning koʻrinishi va unga ishlov berishga bogʻliq.

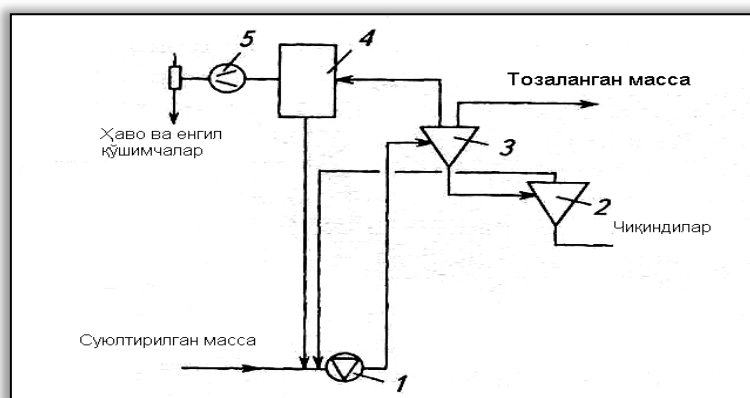
Qogʻoz massasida havo uch xil holatda boʻladi:

- 1) erkin havo – vaqt oʻtishi bilan agregatlashadi va yuzaga koʻtariladi;
- 2) bogʻlangan havo – mikroskopli pufakchalar, tolalarning gidrofob qismlari bilan bogʻlangan boʻladi;
- 3) suvda erigan havo (uning miqdori pH koʻrsatkichiga, temperatura va bosimiga bogʻliq).

Uchala holatdagi havo ham ishlab chiqarish jarayoniga va mahsulot sifatiga salbiy taʼsir etadi. Erkin havo koʻpik hosil qiladi va yoshlanishga olib keladi. Bu holat saralash ishlariga, nasos va klapanlarning beqaror ishlashiga sabab boʻladi. Bogʻlangan havo qogʻoz shakllashga salbiy taʼsir koʻrsatadi: massaning flokulatsiyalanishiga sabab boʻladi. Polotnning yomon shakllanishiga, xira dogʻlar, mayda teshikchalar va qogʻoz polotnosi suv soʻrish qobiliyatining pasaytirishi sabab boʻladi. Bogʻlangan havo jiddiy muamolar keltirib chiqarmasada, bogʻlovchi havoga aylanish xususiyatiga ega.

Qogʻoz massasini havosizlantirishning asosiy yoʻli–soʻrishdir. Soʻrish maxsus gidrotsiklonlarda olib boriladi. Havosizlantiruvchi qurilmalarning sxemasi 4-6- rasmlarda keltirilgan.

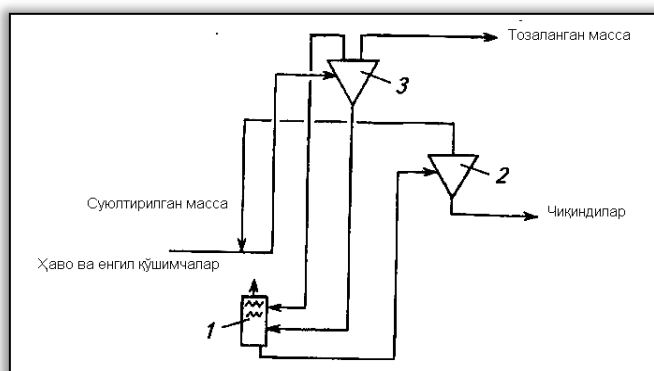




**4.4-rasm.** Uyurmali tozalagichlar yordamida massadan havoni chiqarish qurilmasining sxemasi: 1 – nasos; 2 – og‘ir ifloslarni chiqarib tashlovchi uyurmali tozalagich; 3 – “kombi” tipidagi uyurmali tozalagich; 4 – havo ajratkich; 5 – vakuum-nasos.

4.4-rasmdagi qurilmada massa tozalagichlar 1 – bosqichiga o‘rnatiladi. Bunday og‘ir va engil ifloslarni hamda havoni alohida ajratishi mumkin. Qurilma yordamida massani havosizlantirishda vakuum-nasos ishlatilmaydi. Massa tarkibidagi havo, sistemadan engil chiqindilar bilan birga maxsus konstruksiyali quvur orqali chiqariladi.

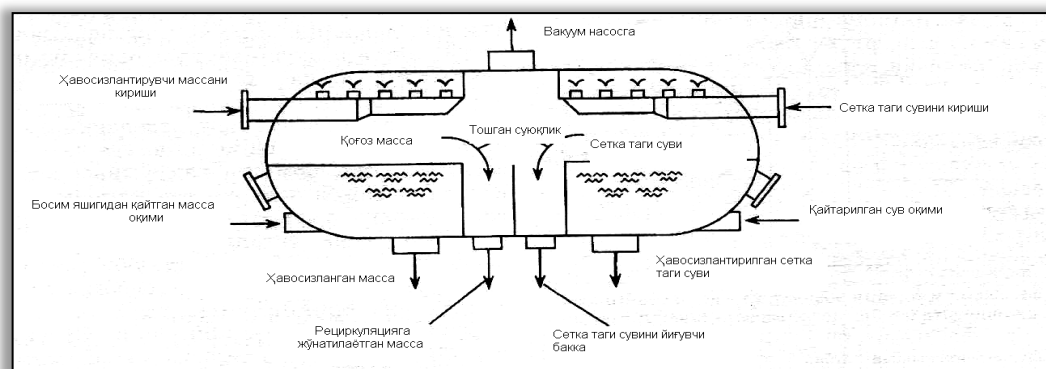
Massani havosizlantirishning ikkinchi usulida – vakuum dekulyatorlardan foydalanib, massa tarkibidagi havo to‘liq chiqarib tashlanadi. Havosizlantirilgan qog‘oz massa vakuum dekulyatorli berk kamera ichiga purkaladi. Asosan, shu prinsipda ishlaydigan xar xil konstruksiyali dekulyatorlar mavjud. Misol tariqasida 5-rasmda Cleanvac tipidagi kombinatsiyali dekulyatorning sxemasi keltirilgan.



**5.5-rasm.** Uyurmali tozalagichlar yordamida massadagi havoni vakuum nasos ishlatmasdan chiqarish qurilmasining sxemasi: 1 – havo ajratuvchi quvur; 2 – og‘ir iflosliklarni chiqarib tashlovchi uyurmali tozalagich; 3 – “kombi” tipidagi uyurmali tozalagich.

Cleanvac tipidagi kombinatsiyali dekulyator yopiq kamera bo‘lib, ikki seksiya qismga bo‘lingan. Bularning birida tayyor qog‘oz massasi, ikkinchisida – massani suyultirish uchun berilayotgan to‘r tagidagi suv deaeratsiyalanadi.

Zamonaviy havosizlantiruvchi sistemada bitta dekulyator va bir nechta bir nechta uyurmali tozalagich bloklar jamlangan bo‘ladi.



**4.6-rasm.** Cleanvac tipidagi kombinatsiyali dekulyator sxemasi

### *Qog‘oz va karton xossalarini aniqlash usullari*

**Sinashda ob-havo sharoiti.** Ob‘ektiv va solishtirma ma‘lumotlar olish uchun quyidagi shartlarni bajarish lozim:

1. Usulni to‘g‘ri bajarish.
2. Standartlangan metod yoki usul.
3. Iqlim sharoiti.
4. Na‘munalarning o‘lchami va sinash vaqti.
5. Na‘munalar soni.

Qog‘oz maxsulotlarining hossasi ob-havo sharoitiga bog‘lik. Chunki sellyuloza gigroskopik polimer hisoblanadi shu sababli havodagi namlikni tez yutadi. Shuning uchun qog‘ozni sinashda iqlim-sharoitining me‘yorida bo‘lishi muhim ahamiyatga ega, aks holda qog‘ozning sifat ko‘ratkichlarida katta farq bo‘ladi. Tegishli standart bo‘yicha qog‘ozni sinash xonasida, quyidagi iqlim sharoit qabul qilingan:

Havoning harorati  $20 + 1^{\circ}\text{C}$

Havoning nisbiy namligi  $65 + 2\%$

Ba‘zan maxsus iqlim sharoit o‘rnatish kerak bo‘ladi. Buning uchun eksikator ichidagi kerakli namlikni saqlashda, quyidagi kimyoviy eritmalardan foydalaniladi (3-jadval).

## Kimyoviy eritmalar yordamida kerakli iqlim sharoit o‘rnatish

4.3-jadval

№	Eritma nomi	Kimyoviy formulasi	Nisbiy namlik, %
1	Natriy gidoksid	NaOH	5
2	Kalsiy xlorid	CaCl <sub>2</sub> + 6H <sub>2</sub> O	35
3	Kaliy karbonat	R <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 2H <sub>2</sub> O	45
4	Ammiakli selitra	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	65
5	Natriy xlorid	NaCl	75
6	Kaliy xlorid	KCl	83
7	Natriy karbonat	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 10H <sub>2</sub> O	92

*Qog‘ozning asosiy xossalari.* Ko‘rsatkichlar: 1 m<sup>2</sup> maydoning massasi, qalinligi, hajm zichligi, solishtirma hajmi, harakat yo‘nalishi, ikkiyuzalik, xar xil nur o‘tkazuvchanligi va namlik.

*Qog‘ozning pishiqlik xossalari* – cho‘zilishga qarshilik kuchi, yirtilishga qarshilik kuchi, egilishga qarshiligi, havo bosimiga qarshiligi, siqilgandagi deformatsiyalanishi, egiluvchanligi, mo‘rtligi, uzilish uzunligi hisoblanadi.

*Qog‘ozning bosma xossalariga* silliqiligi, yuza uzilishiga qarshiligi va ishqalanishi, qog‘oz yuzasining suyuqlikni shimish qobiliyati, yelimlanish darajasi, qog‘ozning bo‘yoqni shimishi v.h. kradi.

*Qog‘ozning umumiy fizik xossalari* – shimish balandligi, nam va suvning yutilishi, kul, deformatsiyaga chidamlilik va boshqalar hisoblanadi.

*Qog‘ozning optik xossalariga* silliqiligi, xiraligi, tiniqligi, oqligi, ranglar koordinati kiradi.

## 2. Tarkibida sellyuloza saqlovchi xom ashyolardan sellyuloza olishning innovatsion texnologiyalari.



*a*

*b*

**4.7-rasm.** Topinambur maydoni (*a*) va topinambur hosili bilan (*b*).

### *Topinambur poyasidan sellyuloza olish*

**Topinambur poyasining tarkibiy qismi.** Dastlab topinambur o‘simligining tarkibiy qismlari aniqlandi (4-jadval).

### **Topinambur tarkibiy qismi**

*4.4-jadval*

Qism	Topinambur %
Shohchasi	28,8 35,5
Tanasi	71,2 87,8

Tajriba topinambur namunasidan analitik tarozida 5 g tortib olinadi va kimyoviy ishlov berishni osonlashtirish maqsadida 0,8...1,2 sm o‘lchamda qirqib, chinni havonchada qisman maydalanadi. So‘ngra uning namligi va kul miqdori aniqlanadi:

Topinambur poyasining kul miqdori o'rtacha 3,54% bo'lsa-da, qobig'i, chanoqlari va yog'och qismlarida uning miqdori bir oz yuqori (4,92...5,53%) bo'ladi. Suvda ekstraksiyalangan polisaxaridlar miqdori topinambur poya qismlarida har xil: yog'och qismida eng kam – 4,6%, qobig'ida esa eng ko'p – 13% bo'ladi. Nitrat kislotada gidrolizlaganda ajralgan polisaxaridlarning miqdori ham shu tartibda – 3,2...7,6% atrofida bo'ladi. Vodorod peroksid bilan ishlov berilganda topinambur poyasidagi polisaxaridlar ko'p miqdorda oksidlanadi va suyuqlikka o'tib ketadi (6,2%), qolgan qismlaridagi sarf miqdori 1,8...2,1% ni tashkil etadi. Topinambur tarkibidagi sellyulozaning o'rtacha miqdori 41,4%, qolgan qismlarida bir oz kamroq – 31,7...40,7%, lignin esa 27...28% atrofida bo'ladi. Polimerlanish darajasi o'rtacha 570, Topinambur poyasining yog'och qismi o'zagi (po'kkak)ning polimerlanish darajasi 355 ni tashkil etadi.

Olingan yarim tayyor sellyuloza jigarrang bo'ladi. Bu rangni moddani yo'qotish maqsadida olingan sellyulozaga oksidlovchi modda – vodorod peroksidining ta'siri o'rganildi. Buning uchun mahsulotga 1...8% li vodorod peroksid eritmasi qo'shildi. Vodorod peroksid eritmasining konsentratsiyasini ortishi bilan sellyulozaning polimerlanish darajasining kamayishi kuzatildi. Vodorod peroksidning eritmadagi optimal konsentratsiyasi aniqlandi .



**4.8-rasm.** Sellyulozaning polimerlanish darajasiga vodorod peroksid konsentratsiyasining ta'siri.

Sellyulozani oqartirish uchun vodorod peroksidning optimal konsentratsiyasi 2,8-3,6% atrofida bo'lib, topinambur poyasidan olingan sellyulozalarning

polimerlanish darajasi 420...440 ekanligi aniqlandi. Namunaga kimyoviy ishlov berish va eritmalar parametrlari 5-jadvalda keltirilgan.

### **Topinambur poyasiga kimyoviy ishlov berish parametrlari**

*4.5-jadval*

Suv		Nitrat kislota, 3%		Natriy ishqori, 4%	
Temperatura, °C	Vaqti, soat	Temperatura, °C	Vaqti, soat	Temperatura, °C	Vaqti, soat
102-105	3	105-110	3	105-110	2

Topinambur poyasining yog‘och qismi ko‘proq bo‘lgani suv, kislota va ishqor bilan ishlov berishda temperatura 5-10 °C yuqori, vaqt esa bir soat ko‘prog‘ bo‘lishi maqsadga muvofiqdir.

### ***Topinambur poyasini pishirishga tayyorlash***

Toshkent qog‘oz Qog‘oz fabrikasi laboratoriyasida tajribalar o‘tkazish uchun maqsadida 1,5 kg atrofida topinambur poyasini pishirishga tayyorladik.

500 g atrofida yarim tayyor sellyuloza olish uchun g‘o‘zapoya Paxtamash zavodidagi IS turkumidagi kirquvchi mashinada topinamburpoyasi o‘lchamlari 15-20 mm atrofida qirqib olindi. Bu jarayon topinambur poyasini maydalashning dastlabki bosqichi hisoblanadi.

Tayyorlangan topinambur bo‘laklari qo‘shimcha maydalandi. Ularning umumiy ko‘rinishi 8-rasmda keltirilgan.



**4.9-rasm.** Qo‘shimcha maydalangan topinambur namunalarining umumiy ko‘rinishi.

### ***Topinamburni pishirish***

Pishirish atmosfera bosimida laboratoriya sharoitida olib borildi. Buning uchun quruq holatdagi 500 g namunani texnik tarozida tortib olib, 24 soat davomida suvda ekstraksiyaladik. Bunda topinambur tarkibidagi suvda eriydigan moddalarning bir qismi ajralib chiqadi.

Namunaga ishlov berish quyidagicha olib borildi: namuna avval suvda ekstraksiyalandi, kislotali muhitda gidrolizlandi, soʻngra ishqor va vodorod peroksid bilan ishlov berildi. Namuna va suyuqlikning modul nisbati 1:20 ni tashkil etdi. Namunalar vodorod peroksidda 1 soat qaynatilgach, reaksiya toʻliq borishi uchun 24 soat xona haroratida saqlandi. Namunaga har safar ishlov berilgandan keyin u distillangan suv bilan neytral holga kelguncha yuvildi. Namunaga ishqorda ishlov berishda uning optimal konsentratsiyasini topish uchun ishqor konsentratsiyasi 10 % dan 15 % gacha oʻzgartirildi va hosil boʻlgan selluloza miqdori aniqlandi (4.6-jadval).

### **Topinamburdan sellulozani ajratib olishdagi ishqor konsentratsiyasining taʼsiri**

*4.6-jadval*

№	NaOH konsentratsiyasi, %	Topinamburdagi selluloza miqdorining oʻzgarishi, %	namlik, %	kul miqdori, %	$\alpha$ – selluloza, %	Polimerlanish darajasi
1	10	37	3.8	1.4	85	800
2	15	42	3.6	1.2	88	1000
3	20	44	3.5	1.0	89.5	1050
4	25	39	3.3	0.95	91.6	900

### **Topinamburdan sellulozani ajratib olishda qaynash vaqtining taʼsiri**

*4.7-jadval*

№	Qaynash vaqti, min	topinamburdagi sellyuloza miqdorining o'zgarishi, %	namlik, %	kul miqdori, %	$\alpha$ – sellyuloza, %	polimerlanish darajasi
1	130	37	3.8	1.4	85	800
2	140	42	3.6	1.2	88	1000
3	145	44	3.5	1.0	89.5	1050
4	155	39	3.3	0.95	91.6	900



**4.11-rasm.** Pishirilgan tolali massaning maydalanish kinetikasi.

**Topinamburdan sellyulozani ajratib olishda qaynatish temperaturasini ta'siri**

*4.8-jadval*



№	Qaynash temperaturasi, °S	Topinamburdagi sellyuloza miqdorining o'zgarishi, %	namlik, %	kul miqdori, %	$\alpha$ – sellyuloza, %	Polimerlanish darajasi
1	140	37	3.8	1.4	85	800
2	145	42	3.6	1.2	88	1000
3	165	44	3.5	1.0	89.5	1050
4	175	39	3.3	0.95	91.6	900

Jadvallardan ko'rinib turibdiki ishqor konsentratsiyasi, qaynatish temperaturasi, qaynatish vaqti topinamburdan sellyuloza olish jarayoniga ta'siri katta. Bu albatta optimal rejimlar tanlash ahamiyatli hisoblanadi.

Olingan yarim tayyor mahsulot – sellyulozaning rangi sarg'ish ko'rinishga ega bo'lgani sababli, bu rangni yo'qotish maqsadida unga oksidlovchi modda bilan ikki bosqichda ishlov berildi. Birinchi bosqichda konsentratsiyasi 3...4 % li vodorod peroksididan foydalanildi.

Vodorod peroksidning konsentratsiyasini kamaytirish maqsadida ungda 6% li eritma tayyorlandi. Quyida nisbat 1:20 ni tashkil etdi. Birinchi bosqichda oqartirish jarayoni 2 soat davomida 95...100°C da olib borildi. Vodorod peroksid kuchli oksidlovchi bo'lgani uchun sellyuloza tarkibidagi quyi molekulali moddalardan tashqari beta va gamma sellyulozalar ham destruksiyaga uchraydi. Destruksiya uchragan moddalar esa eritmaga o'tib ketadi. Sellyuloza esa qisman destruksiyaga uchraydi. Natijada uning polimerlanish darajasi kamayadi.

10-rasmda birinchi bosqichdan keyin olingan yarim tayyor sellyulozaning umumiy ko'rinishi keltirilgan.



**4.12-rasm.** Birinchi bosqich oqartirishdan keyingi yarim tayyor sellyulozaning umumiy ko‘rinishi.

Ikkinchi bosqichda foydalanilgan vodorod peroksid eritmasi ning konsentratsiyasi 4%. Massa 1:20 modulda 60 minut davomida 95...100°C da qaynatildi. So‘ngra 24 soat davomida xona hararatida saqlandi. Neytral muhitgacha suv bilan yuvilib, quritish shkafida quritildi. Olingan yarim tayyor sellyulozaning rangi sarg‘ish (4.13-rasm).



**4.13-rasm.** Ikkinchi bosqichdan keyin olingan yarim tayyor sellyuloza namunasining umumiy ko‘rinishi.

***Yarim tayyor sellyulozadan qog‘oz olish***

Topinamburdan yarim tayyor sellyuloza olishda natron usulidan foydalandik.

Topinamburni kimyoviy reagentlar bilan reaksiyaga kirishishini osonlashtirish maqsadida uni maydaladik. Maydalash ishlari Paxtamash zavodidagi IR rusumli somon maydalagich apparatida olib borildi. Dastlab apparatning ikkita pichoqlari o‘rnatilgan holatida maydaladik. Topinambur bo‘laklari laboratoriya sharoitida qo‘shimcha maydalandi va uning hajm massasini aniqladik. Hajm massasi 112,0 g/dm<sup>3</sup> ni tashkil etdi. Maydalangan topinamburni pishirishdan oldin suvda 24 soat xona sharoitida ekstraksiyalandi. Ekstrakt to‘kib tashlanib, 1:20 modulda suv solib, 3 soat davomida qaynatildi va suvda erigan qismi aniqlandi. Suvda erigan qismi 12-15% ni tashkil etdi. Shundan so‘ng massani ishqoriy muhitda atmosfera bosimida pishirdik. Pishirish 4; 6; 8; 10 % li natriy ishqorining eritmasida 7 soat minut davom etdi va ishqorning optimal konsentratsiyasi aniqlandi. Olingan sellyuloza miqdori 3.6-jadvalda keltirilgan.

## Topinamburidan natron usulida yarim tayyor selluloza olish

4.9-jadval

№	Ishqor konsentratsiyasi, %	Sellyuloza miqdori, %
1	4	45,2
2	6	49,9
3	8	43,3
4	10	40,2

Topinamburidan yarim tayyor selluloza olish uchun ishqor konsentratsiyasi 4-10% bo'lganda olingan selluloza miqdori yuqori (49,9%) bo'lishi aniqlandi.

Topinamburning kimyoviy tarkibidagi selluloza, lignin, pentazanlar, smola va yog' hamda kul miqdori aniqlandi. Olingan natijalar 10-jadvalda keltirilgan.

### Topinamburning kimyoviy tarkibi

4.10-jadval

Massa ulushi, %			
Sellyuloza	Lignin	Suvda ekstraksiyalangan qismi	Kulmiqdori
49,8	26,0	25,0	3,6

Topinamburning kul miqdori o'rtacha 3,6% suvda ekstraksiyalangan moddala miqdori 25% ni tashkil etdi. G'o'zapoya tarkibidagi sellulozaning o'rtacha miqdori 49%, lignin esa 25...26% atrofida. Olingan yarim tayyor sellulozaning rangi jigarrang ko'rinishda bo'ldi. Rangli moddani yo'qotish maqsadida olingan sellulozaga oksidlovchi modda vodorod peroksidining ta'siri o'rganildi. Buning uchun oqartirish ishlari 4...8% li vodorod peroksid eritmasida olib borildi. Vodorod peroksid eritmasining konsentratsiyasini ortishi bilan sellulozaning polimerlanish darajasini kamayishi kuzatildi.

Topinamburidan olingan yarim tayyor sellulozadagi selluloza miqdorini oshirish maqsadida, unga oksidlovchi modda eritmasi bilan ishlov berildi. Oksidlovchi modda sifatida vodorod peroksidning 6% li eritmasidan foydalandi. Buning uchun 100 g yarim tayyor sellulozani vodorod peroksidi eritmasida 45 min qaynatib, reaksiya oxirigacha borishi uchun 24 soat xona haroratida saqlandi. So'ngra oqartirilgan sellulozani neytral holgacha distillangan suv bilan yuvib,

tarkibidagi ortiqcha suv siqib chiqarildi va laboratoriya quritish shkafida 105°C da 60 min davomida quritildi. Quyida rasmda surati keltirilgan.

### **Sellyuloza tolalarining uzunligi va ularning fraksiya tarkibi.**

Tolalarning o'rtacha uzunligi va fraksiya tarkibi. SHoper-Rigler priborida aniqlandi. Aniqlash jarayoni tolalar namunasi topinamburni pishirgandan va oqartirilgandan keyingi namunalarda olib boriladi.



**4.14-rasm.** Oqartirilgan sellulozaning ko'rinishi.

Bu sellulozani barcha oqartirilgan sellulozaga qo'shib yozuv va bosma qog'oz olishda ishlatish mumkin. Oqartirilgan sellulozadan Toshkent qog'oz fabrikasida o'rnatilgan LA-3 rusumli laboratoriya qog'oz quyish mashinasida qog'oz namunalari olindi.

### ***Strukturasini o'rganish***

Qog'oz namunalarining suv shimishini aniqlashni ikki usulda olib borildi. Birinchi usul – qog'oz kapillyarlarining suv tomchilarini shimishini aniqlash va ikkinchi usul qog'oz kapillyarlarining suvni shimish qobiliyatini aniqlash.

Birinchi usulda selluloza va qog'oz namunalarning strukturasini suvda bo'kish darajasi orqali aniqladik. Buning uchun namunalarning 5 minut davomida da 0,5 ml (bir tomchi) suvni so'rish qobiliyatini (mm) aniqlandi. Suv tomchilari barcha yo'nalishlar bo'yicha o'rtacha bir xil bo'lib, 27 mm ni tashkil etdi. Tomchilarning qog'ozga so'rilishga ketgan vaqti – 63 sekund. Qog'oz namunalari laboratoriya sharoitida olinganligi sababli suv tomchisi bir xil yoyiladi. Chunki bu sharoitda selluloza tolalari barcha tomonlarga xaotik yo'nalgan (orentatsiyasiz) bo'ladi.

**Bo'kish darajasini aniqlash.** Quruq qog'ozdan 100x20 mm o'lchamlarda qirqib olinadi. Ikkita Petri likobchasining biriga 25 ml suv, ikkinchisiga 25 ml natriy ishqorining 5% li eritmasi solindi. So'ngra tortib olingan qog'ozning 2 tasi suvga, boshqa 2 tasi ishqorga solinadi. 30 minutdan so'ng suvda va ishqorda bo'kkan qog'ozlarni pinset bilan olib, ikki bo'lak karton qog'oz orasiga qo'yildi va

ortiqcha suyuqlik chiqarib yuborildi. Suv va ishqorda bo‘kkan qog‘ozlar alohida tortildi. Bo‘kkan qog‘oz massasining o‘ning dastlabki massasiga nisbati – bo‘kish darajasini ifodalaydi. U quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$W = \frac{b}{a}100,$$

bu yerda:  $a$  – qog‘oz namunasining dastlabki massasi, g;  $b$  – bo‘kkan qog‘oz massasi, g.

Olingan natijalar:

1. Namuna qog‘ozning suvda bo‘kish darajasi - 341 %
2. Ishqor eritmasida bo‘kish darajasi - 493%.

### ***Topinamburni yig‘ishtirish va qayta ishlashga tayyorlash***

Ma‘lumki, topinambur mavsumi asosan noyabr oyining oxirilarida tugaydi va topinamburni o‘rib, erni kelgusi yilga tayyorlash ishlari boshlanadi. Yig‘ib olingan topinamburni qayta ishlab, undan xalq xo‘jaligiga kerakli mahsulotlar ishlab chiqarish mumkin. Topinamburdan qog‘oz va karton ishlab chiqarish korxonasi qurilishi jadal sur‘tlar bilan davom etmoqda.

Topinamburni qog‘oz ishlab chiqarishga moslab yig‘ishtirib olish uslini (o‘rish, yig‘ishtirish, maydalab presslash) O‘zbekiston qishloq-xo‘jaligini mexanizatsiyalash va elektrlashtirish ilmiy-tekshirish instituti (UzMEI) ishlab chiqqan.

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Monica Ek, Goran Gellerstedt, Gunnar Henriksson Pulp and Paper Chemistry and Technology. De Gruyter. Germany 2009y. R. 254
2. J. Newell, Stephenson. The manufacture of pulp and paper: a textbook of modern pulp and paper mill practice. USA 2011. R. 672

### **3. Internet ma‘lumotlari:**

1. <http://bumag.ru/katalog.cgi?base=katalog&id=74>
2. <http://www.termo-drevesina.ru/istoriyatmd.html>
3. <http://www.puper.fi/albumi/thermowoodtechnology/>

4. <http://cellulose-pulp.com/?gclid=CNqhxISGmMwCFYHOcgoddBkFaQ>
5. <http://sell/bumag.ru/jarchive/articles/itemshow/2021>

### **Amaliy mashg'ulotni bajarish tartibi:**

1. Nazariy materiallarni to'liq o'rganib chiqing.
2. Tavsiya qilingan adabiyotlar bo'yicha mavzuga oid ma'lumotlarni tahlil qiling.
3. Amaliy mashg'ulotga berilgan topshiriqlarni o'qing va osondan murakkabga qarab bajaring.
4. O'tilgan mavzular bo'yicha grafik organayzerlar ishlab chiqing.
5. Amaliy mashg'ulot mavzusiga oid sinkveyn tuzing.

### **Topshiriqlar**

#### ***Quyidagi savollarga javob bering.***

1. Kimyoviy qayta ishlatishga mo'ljallangan sellyuloza olish uchun paxta momig'ining qaysi tipi ishlatiladi?
2. Paxta va yog'och sellyulozalarning polimerlanish darajasidagi o'rtacha farqlarni tushuntirib bering
3. Nima uchun sellyulozaning molekulyar massasi polidispers hisoblanadi?
4. Sellyuloza alfa, betta va gamma sellyulozalarga ajratilgan. Bu sellyulozalar bir biridan qaysi ko'rsatkichlari bilan farq qiladi?
5. Texnik sellyulozaning asosiy xossalarini misol yordamida tushuntiring.
6. Sellyulozaning zichlanish qobiliyati qaysi xossalariga bog'lik?
7. Qog'ozni elimlash texnologiyaning qaysi qismida bajariladi?
8. Nima uchun to'ldiruvchi sifatida pigment materiallar qo'llaniladi?
9. Nima maqsadda qog'oz quyishdan oldin massa havosizlantiriladi?
10. BIVIS mashinasida paxta tolalarini maydalash (qirqish) qaysi usulda bajariladi?

11. Qog‘oz quyish uchun tolalarning maydalanish darajasi qanday bo‘lishi kerak?

### **Nazorat savollari**

1. Qog‘ozni elimlash texnologiyaning qaysi qismida bajariladi?
2. Nima uchun to‘ldiruvchi sifatida pigment materiallar qo‘llaniladi?
3. Nima maqsadda qog‘oz quyishdan oldin massa havosizlantiriladi?
4. BIVIS mashinasida paxta tolalarini maydalash (qirqish) qaysi usulda bajariladi?
5. Qog‘oz quyish uchun tolalarning maydalanish darajasi qanday bo‘lishi kerak?
6. Massada elimlovchi kanifol eritmasi texnologiyaning qaysi qismida qo‘shiladi?

## **4- amaliy mashg‘ulot. Organik mahsulotlarni tadqiq qilishda fizik-kimyoviy taxlil usullari.**

### **Ishning maqsadi:**

Eritmada pikrin kislotasining miqdorini spektrofotometriya usulida aniqlash. Azobo‘yoq hosil bo‘lishida 4–nitroanilin miqdorini aniqlash amaliy mashg‘ulotlari o‘rganiladi.

### **1-qism: PIKRIN KISLOTASINI ANIQLASH**

Ushbu usul pikrat ionlarini glyukoza bilan ishqoriy sharoitda qaytarilishiga va qizilqo‘ng‘ir rangli qaytarilish mahsuloti quyidagi reaksiya asosida olinadi. Sariq rangli pikrin kislota 360 nm to‘lqin uzunligida  $\pi$ -elektron zichligini siljishi asosida 3 ta elektron akseptor  $-\text{NO}_2$  bog‘lar hisobiga vujudga keladi. Bir dona elektronoakseptorli o‘rinbosarni ( $-\text{NO}_2$ ) elektronodonorli  $-\text{NN}_2$  guruhiga almashtirish xrom siljishga olib keladi va rangni o‘zgarishga olib keladi. Rangning intensivligi ishqoriy sharoitda ko‘tariladi. Chunki ishqoriy sharoitda elektrodonorni ionlanishi hisobiga amalga oshadi. Natriy pikraminat uchun  $\epsilon\lambda=455 \text{ nm}=8,5 \cdot 10^3$ .

*Priborlar va reaktivlar:* Fotoelektrokolorimetr FEK-M, FEK-56M; 0,01 mg/ml konsentratsiyali pikrin kislotasining ishchi eritmasi, glyukoza ning 1% li eritmasi, NaON ni 10% li eritmasi.

*Standart eritmalarni tayyorlanishi:* 0,02:0,04; 0,06:0,08:0,1 mg pikrin kislotasini 10 ml dagi 5 ta standart eritmalari tayyorlanadi. Ushbu holat pipetka yordamida bajariladi.

*Ishning bajarilishi:* svetofiltrni tanlash. O'lchashni yutilish qavati 20 mm bo'lgan kyuvetada o'tkaziladi.

*Gradiurovka grafigini qurish:* Svetofiltrni tanlab hamma standart eritmalar fotometriya usulida o'lchanadi. Har bir o'lchash 3 marta qaytariladi. O'lchash natijalari jadvalda yozilib koordinatalar bo'yicha grafik tayyorlanadi va pikrin kislotasining miqdori bo'yicha gradiurovli grafik quriladi.

*Eritmada pikrin kislotasining miqdorini aniqlash.* Analiz qilinayotgan, ya'ni tarkibida pikrin kislota tutgan eritma gradiurovli probirkaga solinib 10 ml gacha distillangan suv bilan suyultiriladi. 3 tomchi NaOH eritmasidan tomizilib, 0,5 ml glyukoza eritmasi qo'shilib qaynayotgan suv hammomida 5 minut davomida ushlanadi. Uni sovutib fotoelektrokolorimetr kyuvetasiga solib fotometrik usulda eritmaga nisbatan o'lchanadi. O'lchashni 5 marta qaytarib, gradiurovkali grafikdan foydalanib analiz qilinayotgan eritmadan pikrin kislotasining miqdori aniqlanadi.

### **Spektrofotometrik usuli**

*Kirish:* Spektrofotometrik – uskunaviy analizning optik usuli bo'lib, aniqlanilayotgan modda eritmasi tomonidan ultrabinafsha yoki ko'rinayotgan monoxramatik (ayrim aniq to'lqin uzunligidagi) nurni yutilishini o'lchashga asoslangan. Nurning yutilish miqdorini eritmaning antik zichligi deb ataladi. U A xarfi bilan belgilanadi. Eritmaning antik zichligi – A eritmadan o'tayotgan nurning to'lqin uzunligi -  $\lambda$  va erigan modda konsentratsiyasiga bog'liqdir.

Yorug'likning asosiy yutilish qonuniga muvofiq eritma konsentratsiyasi va

uning optik zichligi orasida to'g'ri mutanosiblik mavjud:  $C = \frac{A}{\lambda l}$



Bu yerda: S – eritmaning molyar konsentratsiyasi

A – optik zichlik

l – kvyutaning qalinligi, ya'ni eritmaning qavatini qalinligi (sm) da.

$\Sigma$  (epsilon) – yutilishning molyar koeffitsienti, ya'ni birsm.lik kyuvetadagi bir molyarlik ertimada yutilgan nurmiqdori.

Protsent konsentratsiyalik eritmalar uchun

$$C\% = \frac{A}{\Sigma l}$$

S – eritmaning protsent konsentratsiyasi

$\Sigma$  – solishtirma yutilish koeffitsienti, ya'ni kyuvetadagi bir protsentli eritmadagi yutilgan nur miqdori.

Modda molekulariga yutilgan nur energiyasi ana shu molekula elektronlarini asosiy pog'onada qo'zg'algan (xayajonlangan) pog'onaga o'tishiga sarf bo'ladi. Atom yadrosi atrofidagi elektronlar istalgancha emas, balki ayrim (diskret) pog'onalarda aylanganligi sababli xar qanday to'lqin uzunlikdagi nurlar modda tomonidan eng ko'p (maksimal) darajada yutiladi. Demak, xar qanday moddaning elektron tuzilishiga ko'ra uning nurlarni yutish sohasi xam faqat o'ziga xos spetsifik tarzda sodir bo'ladi.

Aniqlanuvchi modda eritmasidan birin-ketin turli to'lqin uzunlikdagi nurlarni o'tkazib, ularni yutilishi (ya'ni eritmaning optik zichligi) o'lchansa va natijalarni A va ya'ni optik zichlik bilan tushayotgan nurning to'lqin uzunligi bog'liqlikni grafik shaklida chizilsa bir yoki bir necha ekstrimumlardan iborat cho'qqisimon egri chiziq hosil bo'ladi. Bunday grafik tasvir moddaning yutilishi elektron spektri deb ataladi.

Har qanday individual, ya'ni kimyoviy toza modda spektrining ayrim sohasini yoki sohalarini maksimal yutadigan bo'lishi mumkin.

Ushbu holatga asosan maksimal yutilgan nurning to'lqin uzunligi va erigan moddaning nur yutish molyar yoki solishtirma koeffitsienti shu modda turiga (elektron tuzilishiga) bog'liq bo'lib, moddaning sifat analiziga oid ma'lumotlar

beradi. Eritmadagi modda miqdori esa yorug‘likning asosiy yutilish qonunining yuqorida keltirilgan matematik ifodasiga ko‘ra yutilish maksimumiga to‘g‘ri kelgan optik zichlik –  $A_{maks}$  – qiymatida hisoblanadi.

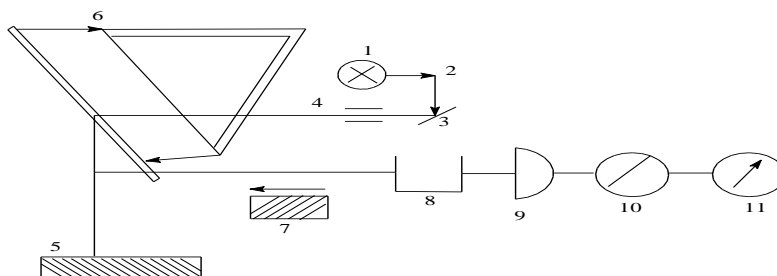
Yuqoridagi formulaga ko‘ra eritma konsentratsiyasi moddaning yutilish molyar koeffitsientiga teskari mutanosib, shuning uchun yutilish koeffitsienti katta bo‘lgan sohada (ultrabinafsha nurlar sohasida 200-300 nm) optik zichlikni o‘lchash uchun juda suyultirilgan, ya’ni  $10^{-5}$  mol.qm<sup>3</sup> eritmalar tayyorlanadi.

O‘lchanadigan optik zichlik qiymati spektrofotometr shkalasini aniqlik chegarasiga 0,2 – 0,8 mos tushishishi uchun aniqlanayotgan moddaning molyaryoki solishtirma yutilish koeffitsientini ma’lumotnomadan bilgan holda tayyorlanishi kerak bo‘lgan eritmani optimal, ya’ni me’yor konsentratsiyasi hisoblanadi.

### Spektrofotometrlar

Yutilish spektrlari spektrofotometr deb ataluvchi optik uskunalarda yozib olinadi. SF-4, SF-5, SF-16, SF-26, spetromom – 361 markali spektrofotometrlar ko‘pchilik laboratoriyalarda ishlatiladi. Spektrning avtomatik tarzda o‘zi yozib beruvchi SF-8, SF-18 markali spektrofotometrlar xam mavjud.

Spektrofotometrni optik sxemasi quyidagi rasmda tasvirlangan:



1. Yorug‘lik manbai (Deyteriy) lampasi – ultrabinafsha nurlar manbai
2. Kondensor oynasi;
3. Yassi oyna;
4. Nurning monogromatorga kirishi tirqishi;
5. Ko‘zgu ob’ektiv;
6. Nurlar boylamini spektrga bo‘lib beruvchi kvarts prizma;

7. Nurning monoxramatordan chiqish tirqishi;
- 8, 9. Kyuvetalar;
10. Linza;
11. Milliampermetr.

Spektrofotometrning asosiy qismi monoxramatordagi kvarts, prizmada yorug'lik manbaidan chiqqan nurlar spektriga ajraladi. Spektrofotometrning, fotometrik qismida kyuvetadagi eritmadan yutilib o'tgan monoxromatik (bir to'lqin) nur intensivligi (sezgirligi) o'lchanadi.

### **SF-4, SF-16 Spektrofotometrlarda ishlash qoidalari**

Spektrofotometr qimmatbaxo va nixoyatda sezgir uskuna bo'lib, unda ishlash talablardan alohida xushyorlik va extiyotkorlikni talab etadi. Spektrofotometr tuzilishi va ish prinsipini o'zlashtirgan talablargagina unda ishlashga ruxsat etiladi. Kyuvetalar qimmatbaxo kvarts oynasidan yasalgan bo'lib, nixoyatda mo'rtdir. Uni yerga tushirib yubormasdik uchun kyuvetalarni chayish operatsiyalari vodoprovod krani ostida emas, uskuna yonidagi stol ustida Petri chashkasida bajariladi. Kyuvetaning nur o'tadigan tiniq oynasiga barmoqlar izi tushib qolmaslik uchun uning yon tomonidagi xira oynasidan ushlab kerak. Kyuvetaga eritma quyilgach, uning nur o'tadigan tiniq oynasi filtr qog'oz bilan artiladi. Kyuveta tutqichga oxista qo'yiladi.

Kyuvetalarni tutqichga bosib kirgizilsa, ular sinishi mumkin. Nuqta bilan belgilangan tutqich uyasiga erituvchi to'latilgan kyuveta keyingi uyachalariga tekshiriluvchi eritma quyiladi. Kyuvetalar solingan tutqichni nuqtalik belgisini kyuveta kamerasi ostidagi nuqtalik belgi tomoniga moslab qorong'u kamera koretkasiga o'rnatiladi.

### **Spektrofotometrni tok manbaiga ulash va ishlatish tartibi**

Uskunada ish boshlashdan 20 minut avval, stabilizatoridagi ishchi lampalar tegishli holatga qo'yilib, stabilizator razetkaga ulanadi.

1. Ultrabinafsha nurlar sohasi uchun stabilizatoridagi razryad toki knopkasiga bosib deyteriy lampasi yoqiladi. Dastlab lampa cho'lg'amiga maksimal tok berilib 1-2 minutdan so'ng tok kuchi lampani ish rejimiga mos ravishda kamaytiriladi. Buning uchun stabilizatoridagi potensiometr murvatini avval soat strelkasi bo'yicha oxirigacha burab, 1-2 minutdan so'ng uni soat strelkasiga 90 ga burash kifoya.

2. 20-30 minut davomida uskuna lampalari qizib, ish rejimiga kirgach to'lqin uzunliklar shkalasidan kerakli to'lqin tanlandi. Buning uchun dastlab to'lqin uzunliklar murvatini sekinlik bilan soat strelkasi bo'yicha burab, to'lqin uzunliklar shkalasi qizil chizig'i ostiga kerakli to'lqin uzunligi keltiriladi. Bu murvatni keskin burash spektrofotometr graduirovkasini (to'lqin uzunlik aniqligini) siljitib yuborish mumkin:

3. (temnovoy tok) qorong'ulik tokining kompensatsiyalash. Nur yo'lga erituvchi qo'yiladi va fotoelementlar darchasi (shtorka) berk holda fotometrda "nolni o'rnatish" murvatni burab, strelkasi nol holatiga keltiriladi.

4. Tirqishning eritma optik zichligini o'lchanadi: nur yo'lga eritma quyiladi. Buning uchun kyuveta tutqichi karetkasini dastasini birinchi holatdan ikkinchi holatga olinadi. "Otschet" kaliti "XXI" holatiga olinadi, darcha ochiladi va optik zichliklar shkalasining murvatini chap va o'ng tomonga burab, milliampermetr strelkasini yana "nol" holatiga keltiriladi. Darcha yopilib optik zichligi qiymati "Otschet" shkalasidan yozib olindi. Fotoelementlar oldidagi o'lchashdan darcha tirqish kengligining tanlash va optik zichlikni o'lchashdan boshqa vaqtlarda doim berk turishi kerak. Xususan kyuveta kamerasi qopqog'ini ochishdan avval darcha berkligini nazoratqiling. Aks holda fotoelementga kuchli yorug'lik tushib, uni bevaqt ishdan chiqarish mumkin.

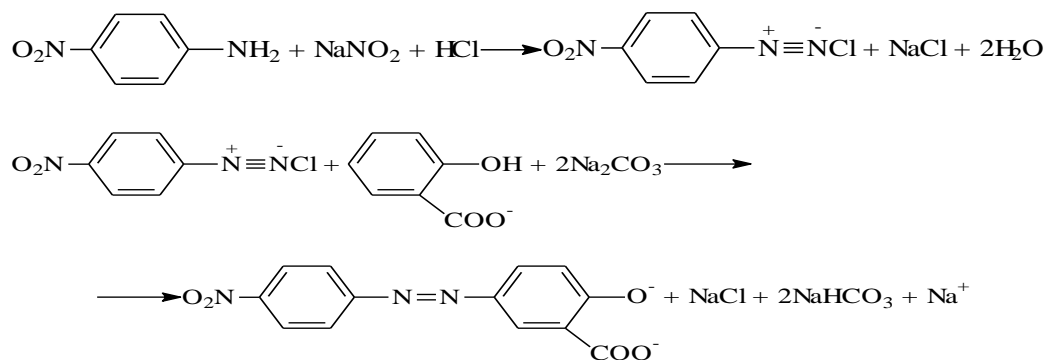
5. Tirqishning me'yor kengligini tanlash: Buning uchun nur yo'lida erituvchi turgan holda darcha ochiladi va tirqish kengligini murvatini burab (tegishli zichlikda) milliampermetr strelkasini yana nol holatga keltiriladi.

Mustaqil ish boshlashdan avval yuqorida keltirilgan operatsiyalarni rezorsipni kontrol eritmasida bajaring. Rezorsipning kontrol eritmasi optik

zichliklarini 240-300nm oralig'ida 5 nanometrlik qadam bilan o'lchab, yozib olingan natijalar asosida yutilishi sohasini grafik tasviri yutilish spektrini chizing. Spektrdan maksimal yutilayotgan nur to'lqin uzunligini  $\lambda_{maks}$  ga to'g'ri kelgan maksimal optik zichlik qiymati asosida molyar va solishtirma yutilish koeffitsientini hisoblang.

## **2-qism: AZOBO'YOQ HOSIL BO'LISHIDA 4-NITROANILINNI ANIQLASH**

Ushbu usul 4- nitroanilin azobo'yoq hosil bo'lishi asosida bajariladi. Reaksiya ikkibosqichda ketadi.



### ***Uskunalar va reaktivlar***

Spektrofotometr SF – 14 Ishchi 4-nitroanilin eritmasi 0,1 mg/l suvdagi eritmasi 1 M li N qo'shilgan rN muxiti 1-2 bo'lgan. Natriy nitratni 0,5% eritmasi. 0,1 M konsentratsiyali salitsil kislotasining natriyli tuzi, eritmasi. 0,3 M natriy korbonatini eritmasi.

*Standart eritmalarini tayyorlash:* 50 ml.li 20,40, 60, 80 va 100 mkg miqdorida 4- nitroanilin tutgan 5 ta standart eritmalar tayyorlanadi. Ularni xar biriga 5 ml 0,5% li natriy nitrat eritmasi qo'shib yaxshilab aralashtiriladi va 20 minut o'tgandan keyin 0,1 M li natriy solitsilatning eritmasidan 2 ml da qo'shiladi. Har bir eritmaga natriy korbonatini 0,3 M eritmasidan qo'shib eritmani xajmini 50 ml ga etkaziladi va 20 minutdan so'ng o'lchashga kirishiladi. O'lchashni 5

marta takrorlab graduirovik grafikdan foydalanib, 4-nitroanilinni analiz qilinayotgan eritmadan miqdori topiladi.

Matematik hisoblashlar asosida natijalarni ishonchli qiymatlari, oraliqlari va standart chetlanish qiymatlari topiladi.

### **Ultrabinafsha spektral usuli**

Elektromagnit spektrlarining  $10^{-6}$  - $10^{-4}$  sm to'liq oralig'idagi ultrabinafsha va ko'rish nurlanishini o'z ichiga oladi. Bu nurlarni yutgan sistemadagi atomdagi valent elektronlarining energetik holati o'zgaradi. Bu o'zgarishlarni elektron spektroskopiya usulida o'rganiladi.

Kimyogar va fizik olimlarning ijodiy hamkorligi asosida bir qator aniq uskunalar yaratilib, bu uskunalar xom-ashyoni sifat va miqdoriy analiz qilish undan tayyorlangan mahsulotni sifatini nazorat qilish xamda dorivor o'simliklardan olingan yangi moddalarni aniq tahlil etishda keng qo'llanilmoqda.

Sub'ektiv, ya'ni vizual sezgi organlarimiz yordamida bajariladigan analiz fizik va fizik-kimyoviy xossalarni aniq qayd etuvchi uskunalar vositasida bajarilsa, analitik reaksiya sezgirligi bir necha marta ortadi. Ko'pgina fizik-kimyoviy xossalar spetsifik, ya'ni maxsus faqat birgina moddaga xos bo'lib, bu hol metod selektivligini, ya'ni aralashmadagi aloxida bir moddani anglay olish xususiyatini oshiradi.

Kimyogarlarni amaliy ish faoliyatida instrumental , ya'ni uskunaviy usullarni tobora keng ko'lamda qo'llanishi bo'lajak mutaxassislardan optik, elektrokimyoviy va xromatografik metodlar asoslarini o'zlashtirish va tegishli uskunalarda ishlay bilishni taqoza etadi.

Moddalarni spetsifik fizikaviy xossalaridan biri optik diapozondagi nurlarni tanlab yutish yoki aksincha o'zidan nur tarqatish xodisasidir.

Optik analiz usullarni o'rganish jarayonida talabalar fizika kursidan olgan ma'lumotlarga asoslanib, spektrofotometrik va fotoelektrokolorimetrik fluometrik usullar moxiyatini o'zlashtiradilar. OF-4, SF-16 spektrofotometriklarida, bir nurlik-KFO, KFK-2, ikki nurlik-FEK-56 fotoelektrokolorometrlarida xamda

fluoressirlanuvchi indikatorlar yordamida titrlash qurilmasida va fluorimetrda ishlay bilish xususida dastlabki amaliy saboqlar oladilar.

Ushbu temani o'zlashtirishda Lambert-Buger-Berlar tomonidan kashf etilgan yorug'likning yutilish asosiy qonuni muxim ahamiyatga ega bo'lib, bu qonun dialektikadagi miqdoriy o'zgarishlarni sifat o'zgarishga olib kelish kategoriyasi bilan chambarchas bog'liqdir.

**Ishdan maqsad.** Analizning optik metodlari bilan tanishtirish. Spektrofotometrik, fotokalo rimetrik va fluorimetrik usullar moxiyatini xamda shu usullarga mansub uskunalarda ishlash qoidalarini o'rgatish asosida xar bir usulning o'ziga xos imkoniyatlarini tushuntirish.

### **Spektrofotometriya**

#### **Maqsadga oid qo'yilgan vazifalar:**

1. Eritmadagi rezorsin miqdorini aniqlash.
2. UIRS (talabalarning o'quv-tadqiqot ishi)-(V<sub>12</sub> - vitamini) pianobalaminni preparat yoki ampuladagi miqdorini aniqlash.

#### **Vazifalarni hal etish bosqichlari:**

1. Tayyorlanadigan eritmaning, optik zichligini aniq o'lchash oralig'iga mos keladigan me'yor konsentratsiyasini hisoblash va eritmani tayyorlash.
2. spektrofotometrning sxematik tuzilishini o'rganish.
3. O'qituvchini nazoratida kyuvetalarni eritma bilan to'latish, ularni kyuveta tutqichiga qo'yish, kerakli to'lqin uzunligini tanlash va optik zichlikni o'lchash operatsiyalarini bo'shatish.
4. rezorsin kontrol eritmasining 240-300nm oralig'ida optik zichliklarini o'lchab nurlarini yutilish grafikaviy tasvirini chizish.
5. Yorug'likni yutilish qonunining matematik ifodasidan foydalanib preparatdagi rezorsinning protsent miqdorini hisoblash.
6. Spektrofotometrik analiziga oid masalalar ishlash.

### **3-QISM. ORGANIK MAHSULOTLARINI SPEKTRAL TAXLILI, MODDALARNING SPEKTRLARINI O'RGANISH.**

**Ishning maqsadi.** *Moddalarning infraqizil va ultrabinafsha nurlarni yutish va qaytarish spektrlarini o'rganish, yutish va qaytarish spektrlari bilan modda tarkibidagi kompleks grupp va radikallar tuzilishi orasidagi nazariy bog'liqlikni o'rganish.*

**Nazariy qism.** Infraqizil spektroskopiya usuli kimyoviy birikmlar spektrining infraqizil sohasining ba'zi chastotalarida tanlab yutish xususiyatiga ega ekanligiga asoslagan. Xar bir yutish masalasi modda molekulasida atomlarning ma'lum guruhi birligiga bog'liq. Molekulyar spektrlarni xarakterlash uchun turli birikmalardan foydalaniladi, ularning eng asosiylari to'liq uzunligi  $\lambda$ , to'liq sonlari -  $\gamma$  va tebranish chastotalaridir.

Infraqizil nurlar – to'liq uzunligi 0,76 dan 1000 mk gacha (yoki to'liq sonlari orqali ifodalanganda 13160 dan 10  $\text{sm}^{-1}$  gacha) bo'lgan oraliqda yotadi. Qattiq moddaga tushgan IK nurlar qisman qaytadi, qisman modda orqali o'tib ketadi. Shu sababli moddaning tekis qilib silliqlangan yuzasiga tushayotgan nurlar oqimi tegishli miqdorda kamayib qaytadi. Bu hodisani quyidagi formula yordamida ifodalash mumkin:

$$I_p = P I_o$$



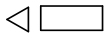







Bunda  $I_p$  – qaytgan nurlar oqimi, P – moddaning qaytarish koeffitsienti,  $I_o$  – modda yuzasiga tushayotgan nur oqimi.







Tebranishlar xarakteri va chastotasi moddaning tabiatiga molekulalarning joylashishiga, ular orasidagi masofaga va kimyoviy bog'lanish turiga bog'liq.

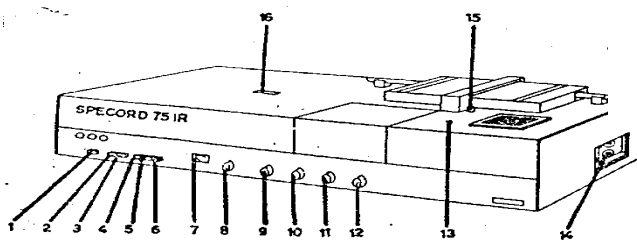
Valent bog'lar bo'yicha sodir bo'ladigan tebranishlar *valent tebranishlar*, ularga tik yo'nalishdagilarni esa *deformatsion tebranishlar deyiladi*. Agar moddaning kristall panjarasida kompleks anion, kation yoki atomlarning o'zaro mustahkam birikkan guruhi bo'lsa, chastotalarni yoki ularga to'g'ri keladigan chiziqlarini interpretatsiya qilish va hisoblash, IQ spektrlar bo'yicha moddalarning tuzilishini o'rganish osonlashadi.

## SPECORD 75 IR



1. Umumiy pribor 
2. Tezlashtirilgan oldinga yurish 
3. Tezlashtirilgan orqaga yurish 
4. Avtomatik qaytarish stopori
5. Qo'yish 
6. To'xtatish 
7. Energiyani nazorat qilish
8. Tirqich dasturi 
9. Kuchaytirgich 
10. Kuchaytirishni avtomatik sozlash 
11. Samopissani torsini o'zgarmas vaqtga o'rnatish 
12. Sekinlashtirgich 
13. 100 foizga o'rnatish
14. Almashtiruvchi shesternalarni gitarasi
15. YOzish blokining bog'lanishini o'chiradigan klavish
16. To'lqin sonining shkalasi

1. Prizmani harorat ishlovi 
2. Qizdirish 
3. Set 
4. Bir kanalli yozishE
5. Avtomatik kuchaytirgich 
6. Qo'l bilan kuchaytirgich 
7. Orqa tomoni
8. Halqali yozish 



### ***Infraqizil spektroskopiya spektrini yozadigan uskuna Specord 75 IR***

#### ***Ksilol izomerlari aralashmasini IK-spektrini olish.***

Ma'lumki, ksilol – dilimetilbenzol uch turli izomer holatda bo'ladi, ya'ni diorta - , meta – va paraetilbenzoldir. Ushbu izomerlarning erish xaroratlari mos holda -25,18, -47,87 va + 1326 °C ni tashkil etadi.

Ushbu izomerlar suyuq bo'lganligi tufayli ularni kaliy bromda olinmaydi va mayda, ya'ni maslada olinadi. Uning tarkibida C-H bog'i bo'lganligi tufayli aromatik birikmalarning C-H bog'liqligi valent tebranish sohasiga to'g'ri keladi. Ushbu holat C-H bog'ining tekislik bo'yicha deformatsion tebranish va tekislik bo'yicha bo'lmagan deformatsion tebranish sohalarida ham xalaqit qiladi.

Spektral tahlil afzalliklari:

1. *Spektral tahlil metallar tarkibini aniqlashda keng qo'llaniladi. Kimyoviy tahlil bilan solishtirganda, spektral tahlil yuqori sezuvchanligi, aniqligi, tezkorligi, arzonligi, bir tahlil qilishni o'zida bir necha kimyoviy elementni aniqlash mumkinligi bilan ajralib turadi.*

2. *Kimyoviy tahlil qotishmada elementning miqdori ko'p bo'lganda (5-10%) aniqligi yuqori bo'ladi. Spektral tahlil oz miqdordagi organikbirikmani aniqlashga imkoniyat beradi (mkgramm litrda yoki 0,001-0,005 %)*

3. *Getero organik birikmani ekspress-tahlil qilishida uglerod miqdorini aniqlash uchun – yondirish usuli (aniqligi 0,05%), oltingugurt va fosforni aniqlash uchun – kimyoviy tahlil (aniqligi 0,01%), kremniy, marganets, xrom, nikel, molibden va b. metallarni aniqlash uchun – spektral tahlil (aniqligi 0,1%) qo'llash maqsadga muvofiqdir.*

## Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

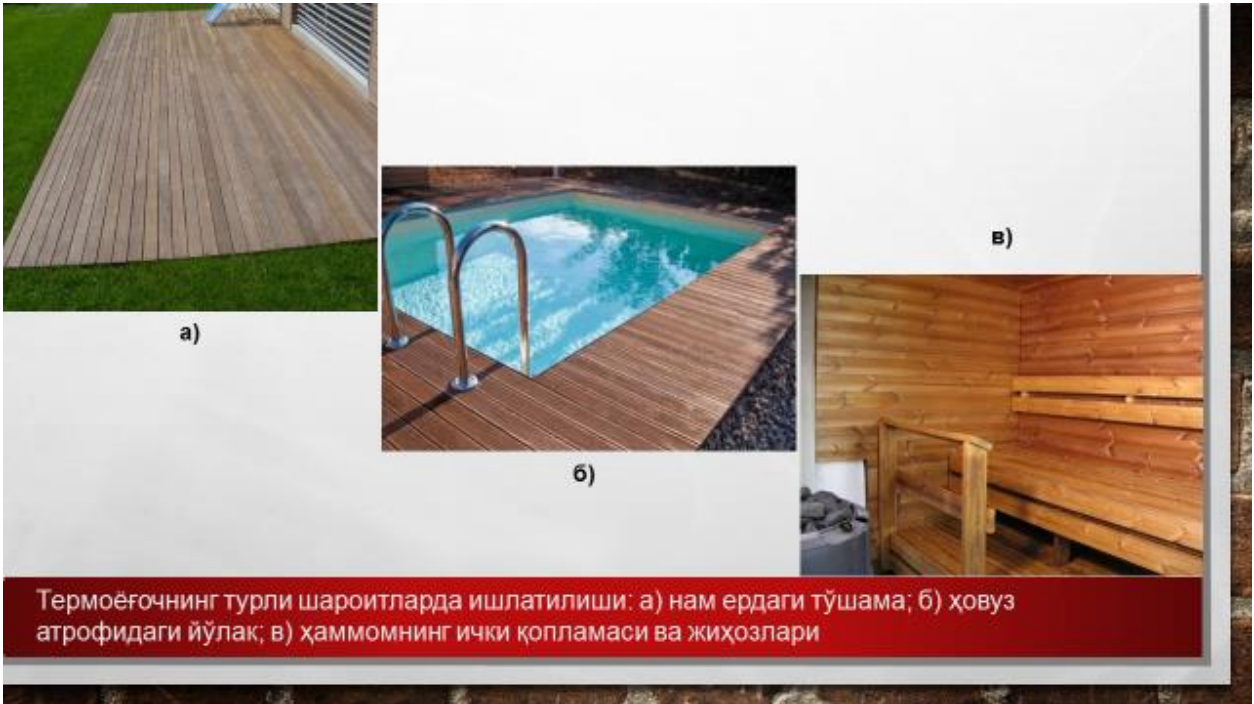
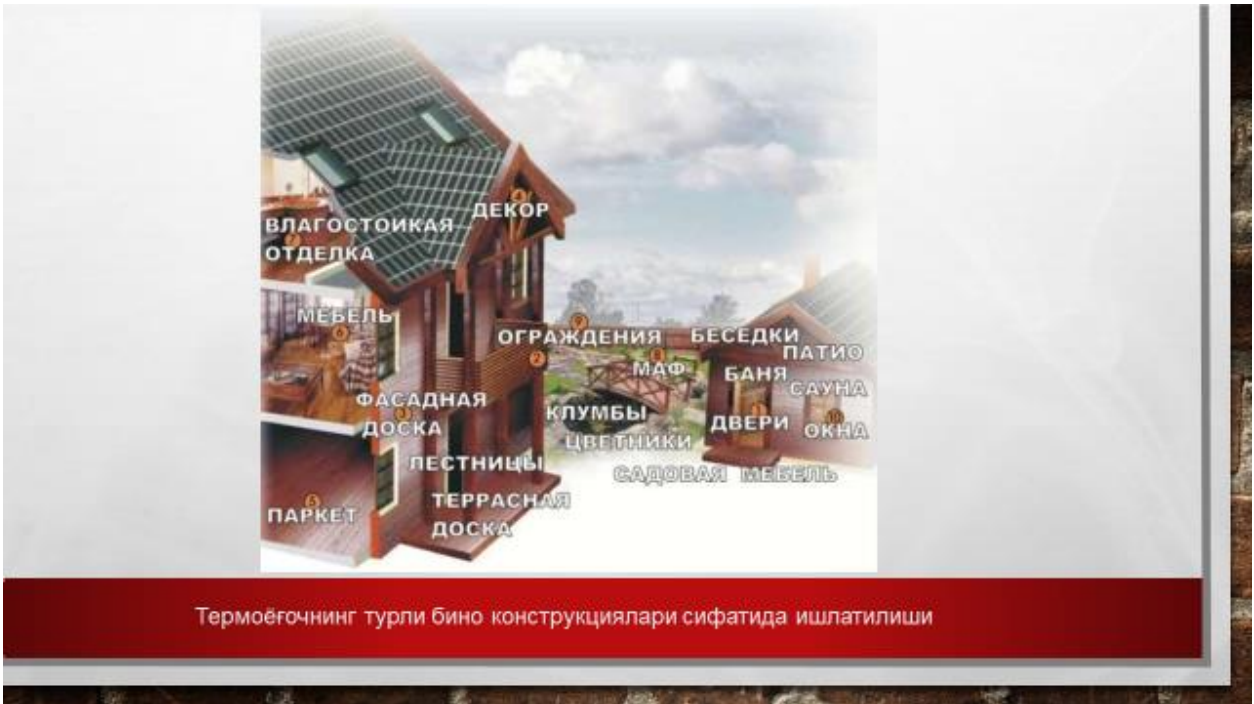
1. Алексовский В. В., К. Яцимирский В. физико-химические методы анализа. L.: Химия. 1971.
2. Ионин Ба, Эршов ба, Колосов А. И. ЯМР-спектроскопия в органической химии. L.: Химия. 1983.
3. Паперно Т. я, Поздняков ВП, Смирнова А., Елагин л. М. физико-химические методы изучения органической и биологической химии. М.: Просвещение. 1977.
4. Петрухин О. М. практикум по физико-химическим методам анализа. М.: Химия. 1987.
5. Голберт К. А., Вигдергауз М. S. курс газовой хроматографии. М.: Химия, 1974.
6. Вяхирев и Шушунов А. Ф. руководство по газовой хроматографии.- Москва: Высшая школа, 1975,
7. Ивазов Б. V. введение в хроматографию.- Москва: Высшая школа, 1983.
8. Айвазовский Б. V. основы газовой хроматографии.- Москва: Высшая школа, 1987.
9. Переходы: перемещение по сайту, поиск спутниковых методов в газовой хроматографии. Перевод с английского. Под. Переходы: Перемещение По Сайту, Поиск М., Мир, 1972.

### **ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР:**

Термоёғоч, термик ишлов бериш, сувни ўзидан итариш, чиришга чидамлилиқ, экзотик ёғочга ўхшашлик, сунъий эскириш кўриниши, иссиқлик ўтказувчанлик; ёқилғи брикети, "RUF" брикетлари, "Nestro" брикетлари, "Pin-Kay" брикетлари, пеллетлар, чўғланиб ва алангаланиб ёниш; биомассани куйдириш, торрефакция, торрефикация, биомассага ишлов бериш, Ван Кревелен диаграммаси, Н:С нисбати, О:С нисбати, куйдириш ўчоқлари.



Термоёғоч олиш учун махсус герметик камера





RUF ("ғишт")– туридаги ёқилғи брикетлари



Пеллетлар



NESTRO цилиндрик брикетлари



Рin-Кau брикетлари ("қаламлар")



a)



б)

Брикетларнинг алангаланиб (а) ва чўғланиб (б) ёниш жараёни

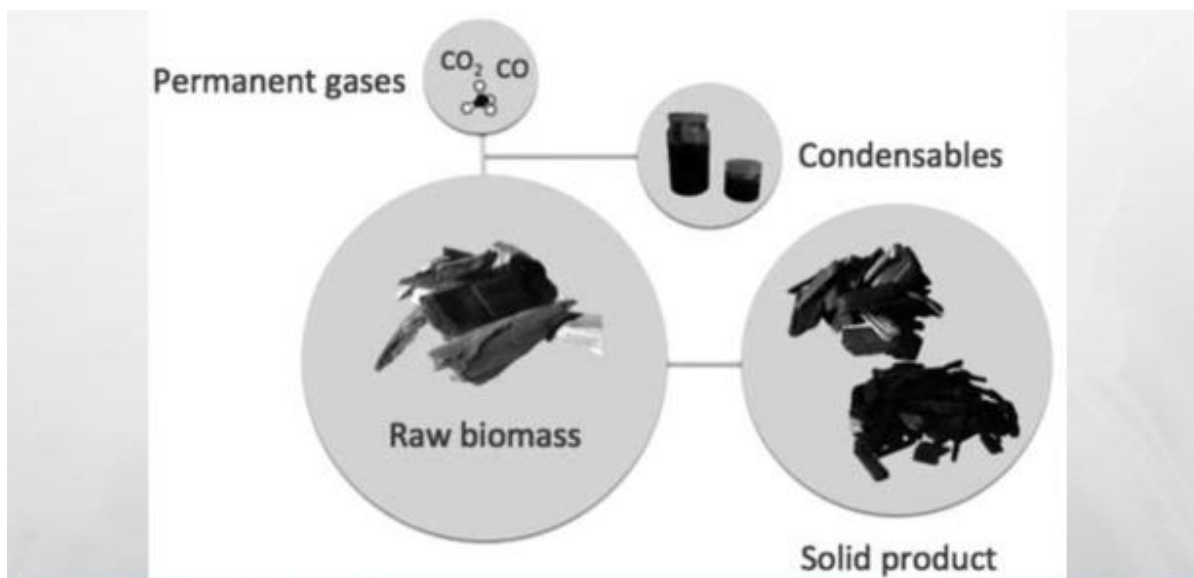


Табиий (куйдирилмаган) ёғоч бўлаклари (чапда), уларнинг куйдирилган ҳолати: оч-жигарранг (марказда) ва тўқ жигарранг (ўнгда), мос равишда 260 °С да 8 минут ва 285 °С да 16,5 минут мобайнида куйдирилган.

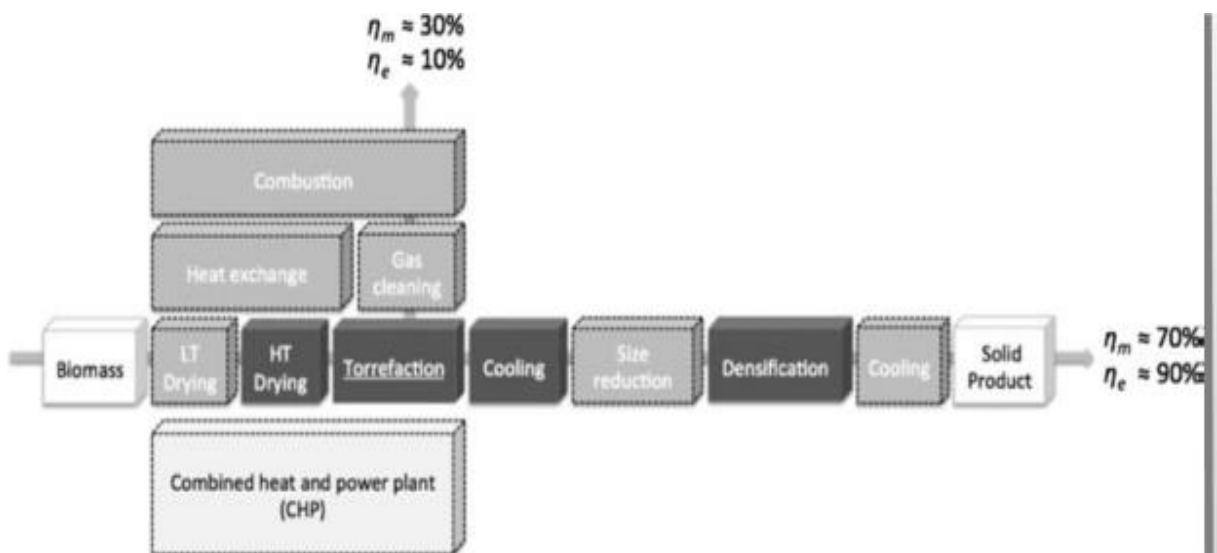


Афзалликлари	Муаммолари
<p>Маҳсулотнинг хоссаларининг яхшиланиши:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ҳажмий энергия сизими ошади (зичлик ортиши билан);</li> <li>• ёниш иссиқлиги ошади;</li> <li>• таркибидаги кислород миқдори камаяди;</li> <li>• қуруқ ва гидрофоб бўлади;</li> <li>• таркибидаги биологик моддалар камаяди;</li> <li>• таркибидаги хлор миқдори камаяди;</li> <li>• мўртлиги ортади, майдалаш харажатлари ва заррачаларнинг ўлчамлари камаяди, заррачаларнинг сирт юзаси ортади;</li> <li>• сифати ва гомогенлиги яхшиланади;</li> <li>• кислота ажратмасдан тоза ёнади;</li> </ul> <p>Тизимнинг қулайликлари:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• газлаштириладиган тоза ёқилғи ҳисобланади;</li> <li>• кенг диапазонда аралаштириб ёқиш мумкин;</li> <li>• майдаланганидан кейин ёқиш учун узатиш қулай, ишлатилаётган ва янги турдаги қуруқ ва ҳўл ёқилғи ёқиладиган ўчоқларда фойдаланиш мумкин;</li> <li>• куйдириш корхонаси йил давомида марказий иситиш тизимини иссиқлик билан таъминлайди.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• инвестиция учун харажатлар талаб этилади;</li> <li>• жорий харажатлар сарфланади;</li> <li>• маҳсулот ишлаб чиқаришда энергия йўқотилади;</li> <li>• маҳсулотнинг зичлигини ва сифатини таъминлаш ва сақлаш муаммоси;</li> <li>• сотиб олиш, мижозга сотиш муаммолари;</li> <li>• сақлаш муаммолари: <ul style="list-style-type: none"> <li>– сотиб олувчи учун бу ортиқча;</li> <li>– ҳидли ва чангли маҳсулот;</li> </ul> </li> <li>• жараён ҳам, маҳсулот ҳам тўлиқ саноатлаштирилмаган.</li> </ul>

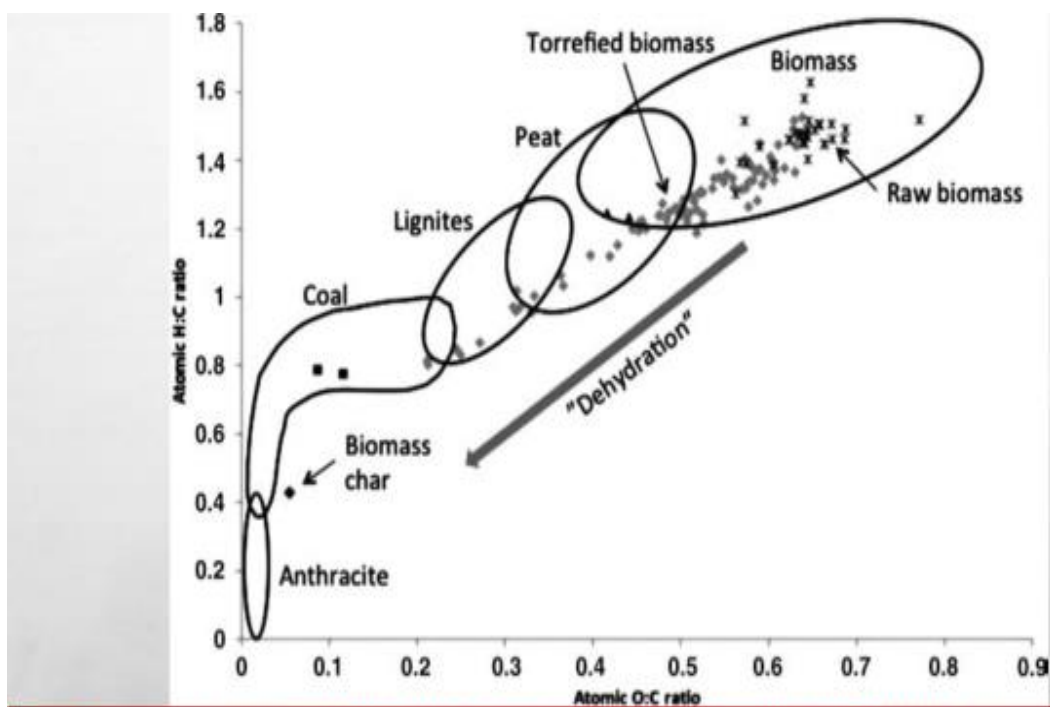
Куйдирилган ёғочнинг афзалликлари ва муаммолари



Куйдириш маҳсулотлари схемаси



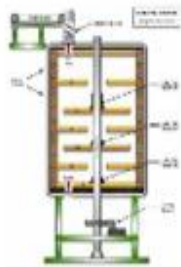
Биомассани куйдириш жараёнлари схемаси (тўқ рангда асосий, оч ранг билан эса қўшимча жараёнлар кўрсатилган)



Ван Кревелен диаграммаси (турли курук ёғоч ёқилгилари таркибидаги водород:углерод ва кислород:углерод миқдорларини кўрсатади)



Куйдирилган ёғоч, унинг зичланган брикетлари (чапда) ва пеллетлари (ўнгда)



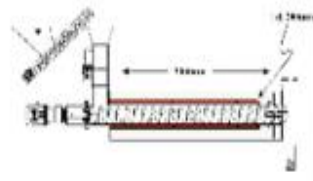
Multiple hearth furnace



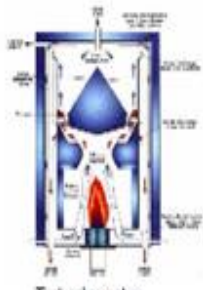
Rotary drum reactor



Moving bed reactor



Screw conveyor reactor



Torbed reactor



Oscillating bed reactor



TurboDryer



Microwave reactor

### Куйдириш реакторлари

Multiple hearth furnace – кўп шакли куйдириш ўчоғи; Rotary drum drier – барабанли қуриткич; Moving bed reactor – туби ҳаракатланадиган реактор; Screw conveyor reactor – винтли конвейерли реактор; Torbed reactor – Torbed реакторлари; Oscillating bed reactor – тебранадиган тубли реактор; Turbo driver – Турбо ҳайдовчи реактор; Microwave reactor – микротўлқинли реактор

### **Mavzuga oid video materiallar**

1. <https://www.youtube.com/watch?v=WXvInux2S68>
2. <https://www.youtube.com/watch?v=ugoQIKUYDuQ>
3. <https://www.youtube.com/watch?v=DzRtvV72LK0>
4. <https://www.youtube.com/watch?v=HYWt53eYDOU>
5. <https://www.youtube.com/watch?v=Os3tvHJRClo>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=CqpH0gv0pzg>
7. <https://www.youtube.com/watch?v=9OG5FWz1XGs>
8. [https://www.youtube.com/watch?v=Q\\_iYttqwofQ](https://www.youtube.com/watch?v=Q_iYttqwofQ)
9. <https://www.youtube.com/watch?v=SRbZCq5sUTM>
10. <https://www.youtube.com/watch?v=f9mjyBa08P4>
11. <https://www.youtube.com/watch?v=dX514UlyoHs>
12. [https://www.youtube.com/watch?v=3\\_d6uNLzPN8](https://www.youtube.com/watch?v=3_d6uNLzPN8)
13. [https://www.youtube.com/watch?v=G8ho\\_JCyI5g](https://www.youtube.com/watch?v=G8ho_JCyI5g)
14. <https://www.youtube.com/watch?v=fCSmwm4BAM4>
15. <https://www.youtube.com/watch?v=zRZCFcjaJCU>

## 5.Bitiruv ishlari uchun mavzular

1. “Organik sintez usullari” fanidan “Organik moddalarni tozalash va ajratish usullari” mavzusi bo‘yicha video maruza yaratish.
2. Organik sintez mahsulotlari uchun qo‘llaniladigan tabiiy va sintetik xomashyo manbalari mavzusini o‘quv modulini yaratish.
3. “Organik sintez mahsulotlarini fizik kimyoviy tahlil qilish usullari fanidan” Optik tadqiqot usullari bobining elektron o‘quv modulini yaratish.
4. “Organik mahsulotlar ishlab chiqarish texnologiyasi” fanidan “Eterifikatsiya jarayoni” bobining elektron o‘quv modulini yaratish.
5. “Organik moddalar kimyosi va texnologiyasi” fanidan “Atsetilen olish texnologiyasi” bobining elektron o‘quv modulini yaratish.
6. Elastomer kompozitsiyalarini yaratish asoslari fanining elektron o‘quv modulini yaratish
7. Polimer kompozitsiyalarining xossalari va ishlatilishi bo‘yicha elektron o‘quv moduli yaratish
8. Elastomer va polimer kompozitsiyalarining ingredientlari bo‘yicha elektron o‘quv moduli yaratish
9. Elastomer kompozitsiyalaridan mahsulotlar olish texnologiyalari bo‘yicha elektron o‘quv moduli yaratish
10. SHina ishlab chiqarish texnologiyasi bo‘yicha elektron o‘quv moduli ishlab chiqish
11. Armirlangan rezino-texnik buyumlar ishlab chiqarish texnologiyasi bo‘yicha elektron o‘quv moduli ishlab chiqish
12. Rezina-texnika buyumlari ishlab chiqarish texnologiyasi bo‘yicha elektron o‘quv moduli ishlab chiqish
13. Qoliplangan rezina-texnik mahsulotlari ishlab chiqarish texnologiyasi bo‘yicha elektron o‘quv moduli ishlab chiqish

14. Qoliplanuvchi rezina-texnik buyumlari ishlab chiqarish texnologiyasi bo'yicha elektron o'quv moduli ishlab chiqish
15. Sellyuloza sanoadagi muammolar va uni rivojlantirishning innovatsion yo'llari bo'yicha elektron o'quv moduli ishlab chiqish
16. Qog'oz sanoadagi muammolar va uni rivojlantirishning innovatsion yo'llari bo'yicha elektron o'quv moduli ishlab chiqish
17. Tarkibida selluloza saqlovchi xom ashyolardan selluloza olishning innovatsion yo'llari bo'yicha elektron o'quv moduli ishlab chiqish
18. "Yog'och kimyosi" fanining "Yog'ochga termik ishlov berish" mavzusining video darsini yaratish.
19. "Yog'och kimyosi" fanining "Yog'och pirolizi" mavzusining video darsini yaratish.
20. "Yog'och kimyosi" fanining "Yog'ochni gazlashtirish" mavzusining video darsini yaratish.
21. "Yog'ochshunoslik" fanining "Yog'ochni kimyoviy qayta ishlash" mavzusining video darsini yaratish.
22. "Yog'ochshunoslik" fanining "Yog'ochning kimyoviy tarkibi va kimyoviy moddalari" mavzusining video darsini yaratish.

## 6. Keyslar banki

1-keys

Biomassadan olingan yoqilg'i briketida kul miqdori me'yordan yuqori ekanligi aniqlandi. Kul miqdorini kamaytirish yo'llarini izlang.

### Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablarni belgilang, zarur bilimlar ro'yxatini tuzing (individual va kichik guruhda).  
Kul miqdorini kamaytirish uchun bajariladigan ishlar ketma-ketligini belgilang (juftlikda ishlash).  
Kuydirilgan biomassadan kulni yo'qotish yo'llarini izlang.  
Bajarilgan ishlarni taqdimot qiling.

2-keys

Turli biomassalar namunalari, ko'mir, kuydirilgan biomassalar, briketlar to'plamini baholash jarayonida ularning tarkibida qancha uglerod, qancha vodorod, qancha kislorod borligini aniqlash masalasi ko'ndalang qo'yildi. Muammoni qanday hal qilish mumkin.

### Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

Van Krevelen diagrammasini o'rganib chiqing (yakka tartibda).

Namunalarni alohida guruhlariga ajrating (juftlikda).

Fizik-kimyoviy tahlillardan mos usullarni tanlang va namunalarni tahlilga bering.

Ilmiy adabiyotlardan mazkur biomassalar haqida ma'lumotlarni oling..

Keys natijalarini namoyish qiling.

### **3-keys**

#### **O‘zbekistonda poliolefin kompozitsiyalarini ishlab chiqarish sharoitlari**

Toshkent shahrida jolashgan “Sepla” QK polipropilen va polietilen kompozitsiyalarini ishlab chiqarai. Korxonada asosiy xom ashyo sifatida polietilen, somonomer, propilen, talk, poliamid, kalsiy karbonat, rovinglaran foydalanadi. Avtomobil detallarini maqadli mexanik xossalarini yaxshilash uchun ushbu ingredientlardan foydalaniladi.

Ma’lumki polietilen kompozitsiyalar o‘zida antioksiantlar, pigmentlar, stabilizator va boshqa turdagi ingredientlar qo‘shilishi hisobiga olinadi. Ushbu kompozitsiyalar ikki shnekli ekstruder yoki qizdiruvchi smesitellarda amalga oshiriladi. Xosil bo‘lgan polietilen kompozitsiyalarning mexanik xususiyatlari 10-20% ga oshishiga olib keladi. Undan tashari polietilen kompozitsiyalarini olish, poliolefinlarning qo‘llash soxalari kengayishiga olib keladi. Undan tashqari oxirgi vaqtlarda kompolibitazor termini kiritilib ushbu turagi moddalar ikki xil turdagi polimer kompozitsiyalarini yaxshi orishish imkoniyatini beradi.

#### **TOPSHIRIQ:**

1) Sizning fikringiz bo‘yicha, polietilenni cho‘zilishga bo‘lgan mustaxkamligini oshirish maqsada qanday ingredientlar maqsada muvofiq? Afzal va kamchiliklari.

2) Avtomobil buyumlarini olishda qanday talablarga javob beradigan kompozitsiyalarni ishlatish avzal. Javoblarni misollar bilan keltiring.

3) Sizni fikringizcha kompozibilyatorlasiz polietilen va polietilentereftalat polimerlarian gomogen kompozitsiya olish mumkin-mi? Afzal va amchiliklarini keltiring.

4) Polipropilen va polietilentereftalat kompozitsiyalarni olish mumkin-mi? Olingan maxsulotning hossalarni keltiring.



#### 4-keys

##### **O‘zbekistonda poliolefinlar ishlab chiqarish turlarini xosslariga ta’siri**

Xozirgi kunda zamonaviy innovatsion texnologiyalarning yaratilishi polimerlar ishlab chiqarish texnologiyasining bosqichma-bosqich rivojlanishi maxsuli xisoblanadi. Ushbu fikrni hozirgi kunda ishlab chiqarilayotgan barcha polimerlarni (230-240 million tonna yiliga) sal kam yarmini tashkil etadigan polietilen misolida tushuntirishga xarakat qilamiz.

Sanoatda yuqori molekulyar polietilen olish 1937 yilda Angliyada etilenni yuqori bosimda polimerlash usuli bilan amalga oshirilgan. Polimerlanish 180-200°C da 50 MPa bosim ostida olib borilgan.

1952 yilda Sigler va Natta tomonidan kashf qilingan katalizatorlar yuqori molekulyar massali qattiq polietilenni, oddiy atmosfera bosimi yoki kichik bosim ostida olish imkonini berdi. Bu katalizatorlar ishtirokida olingan etilen to‘laligicha polimerga o‘tishi aniqlandi. Sanoatda uchetilalyuminiyni to‘rtxlorli titan bilan kompleksi, bu turdagi katalizatorlarni ko‘plab ishlatiladigani xisoblanadi.

1980 yillardan boshlab polietilen keng miqyosda «Skleartech» texnologiyasi deb nomlangan yangi texnologiya asosida ishlab chiqarila boshlandi.

«Skleartech» («Sclairtech») texnologiyasi Kanadada Dyu-Pon kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib, ushbu texnologiya birinchi marotaba Sarniya shaxrida ishga tushirilgan. «Skleartech» texnologiyasida polimerlanish jarayoni reaktorlar sistemasida siklogeksan erituvchisi muhitida 17Mpa bosimda, 300° C xaroratda va Sigler-Natta kompleks katalizatorlari ishtirokida amalga oshiriladi. Bu texnologiyaning o‘ziga hosligi shundaki, ushbu texnologiya bo‘yicha sintez qilingan polietilen har hil zichlikka va strukturaga ega bo‘ladi. Shuning natijasida bu texnologiya bo‘yicha chiziqsimon past zichlikli (LLDPE), chiziqsimon o‘rta zichlikli (MDPE), va chiziqsimon yuqori zichlikli polietilen (HDPE) turlarini ishlab chiqarish mumkin. Yangi texnologiyada polimerlanish reaksiyasi katta tezlikda borganligi sababli, reaktorlarning hajmi uncha katta bo‘lishi shart emas, chunki monomerni polimerga aylanishi uchun bir necha daqiqa yetarli.

Ma'ruzada yuqorida keltirilgan usullarning ishlab chiqarish texnologiyalari bilan tanishdik.

Shuni ta'kilash lozimki, skler tek texnologiya an'anaviy texnologiyadan butunlay farq qilib, texnologik liniya, jixoz va retsikl jarayoni bilan ajralib turadi.

### TOPSHIRIQ:

1) Sizing fikringiz bo'yicha, O'zbekistonda SKLERTEK texnologiyasini yo'lga qo'yish sabablarini keltiring.

2) An'anaviy va zamonaviy texnologiya va jarayonlarini ng o'xshash va farqini taqqoslang. Javoblarni grafik ko'rinishida taqdim eting.

3) Olingan polietilen xossalari solishtiring. Afzal va kamchiliklarini keltiring.

1-jadval

### Keys bilan ishlash jarayonini baholash mezonlari va ko'rsatkichlari (auditoriyadan tashqarida va auditoriyada bajarilgan ish uchun)

Auditoriyadan tashqari bajarilgan ish uchun baholash mezonlar va ko'rsatkichlari

Talabalar ro'yxati	Asosiy muammo ajratib olinib tadqiqot ob'ekti aniqlangan mak. 1b	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari aniq ko'rsatilgan mak. 2b	Vaziyatdan chiqib ketish xarakatlari aniq ko'rsatilgan mak. 2b	Jami mak. 5b

2-jadval

### Auditoryada bajarilgan ish uchun baholash mezonlari va ko'rsatkichlari

Guruhlar ro'yxati	Guruh faolligi mak. 2b	Ma'lumotlar ko'rgazmali taqdim etildi mak.1b	Javoblar to'liq va aniq berildi mak.2b	Jami mak.5b
-------------------	------------------------	--	--	-------------

## 7. Glossariy

Termin	O‘zbek tilidagi sharhi	Definition in English
Xlororganik birikmalar	Organik modda tarkibida xlor atomi yoki atomlarini saqlovchi birikmalar	Organic substances containing chlorine atom or atoms of the protective compounds
Radikal zanjirli xlorlash reaksiyalari	Parafin, olefin va aromatik uglevodorodlardagi vodorod atomi hisobiga o‘rin almashi-nadigan hamda galogenlarni $C = C$ va $C_{Ar}-C_{Ar}$ bog‘larga birikishi amalga oshuvchi reaksiyalar	Reactions carried out at the expense of accession of halogens to the $C = C$ and $C_{Ar}-C_{Ar}$ , as well as due to the replacement of a hydrogen atom in paraffins, olefins and aromatic hydrocarbons
Initiator	Reksion muhitga jarayonni boshlab berish yoki uni tezlashtirish uchun kiritilib, so‘ngi mahsulot tarkibidan ajratib olingmaydigan modda	The substance is not deducible from the final product, the substance is introduced to start the reaction medium or process to speed up the process
Katalizator	Organik reaksiyani tezlashtirishda ishtirok etib, reaksiya so‘ngida o‘z dastlabki holatini tiklovchi modda	The substance that restores to its original state at the end of the reaction, as well as participating in the acceleration of organic reactions
Galogenlash	Organik modda molekulasiga galogen atomi yoki atomlarini kiritish	Introduction into the molecule of organic matter atom or halogen atoms
Sovol	Tarkibida 4 – 5 xlor atomlari saqlagan, polimerlar plastifikatori sifatida foydalaniladigan bifenil molekulasi	Biphenyl molecule which contains 4 – 5 chlorine atoms and is used as a plasticizer of polymers
Birlashtirilgan jarayonlar	Turli jarayonlar, qurilma, xom-ashyolardan bir xil mahsulot olish va	Merging into the overall production technology and

	ishlab chiqarishni umumiy texnologiyaga birlashtirish	getting the same product from different raw materials, plants and processes
O‘rin almashinish reaksiyasi	Uglevodorod molekulasidagi vodorod atomi yoki atomlar guruxi galogen bilan o‘rin almashinish reaksiyasi	The displacement reaction in the molecule hydrogen atoms or hydrocarbon groups with halogen atoms
Biriktirib olish reaksiyalari	To‘yinmagan uglevodorod molekulasidagi qo‘shbog‘ (yoki qo‘shbog‘lar) uchbog‘ (yoki uchbog‘lar) bo‘yicha galogen atomi yoki atomlarining birikishi bilan boradigan reaksiyalar	Reactions carried out at the expense of joining a halogen in the unsaturated hydrocarbons to the double (or twin), triple (or triple) bonds
Vinilxlorid	Sistematik xloreten, radikal-Funksional monoxloretilen deb nomlanuvchi, rangsiz gazsimon, efir xidiga ega, empirik formulasi $C_2H_3Cl$ , molekulyar massasi 62,63 bo‘lgan muhim monomerlardan hisoblanib, turli polimer materiallar olish uchun ishlatiladi	Systematic name chloroethyl. Radical – functional name monohloreten. A colorless gas, has the smell of ether. Empirical formula $S_2H_3Cl$ . The molecular weight of 62,63. It is an important monomer. It used to produce different polymer materials
Piroliz	Grekcha so‘z bo‘lib, “pur” – olov va “lisis” – parchalanish degan ma’nosilda keladi, organik birikmalarni yuqori xaroratlar-da parchanishi natijasida kichik molekula massasiga ega bo‘lgan mahsulotlar o‘tkazish uchun qo‘llaniladi	In Greek, "Pur" – fire and "lysis" – splitting. It is used to obtain products with a smaller molecular weight, which are formed by cleavage of organic compounds at high temperature
Allilxlorid	45.0°C da qaynaydigan, suyuq, turli molekulalar tarkibiga allil guruhini kiritish uchun qo‘llaniladigan hamda epixlorgidrin olish uchun zaruriy	Compound which is liquid, boils in 45°C temperature, is used to introduction allyl group into molecules, and

	xom ashyo hisoblanuvchi modda	main raw material in epichlorohydrin production
Xloropren	59.4°C qaynaydigan, suyuq, sanoatda vinilatsetilenni suyuq fazada 40–60°C Cu <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> katalizatori ishtirokida gidroxlorolash orqali ishlab chiqariluvchi, moybardoshligi bilan farqlanuvchi sun'iy kauchuk olishda muhim monomer hisoblangan modda	Compound which is liquid, boils in 59,4°C temperature, produced with hydrochlorination with participation of Cu <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> catalyst in 40 – 60°C, important monomer in production synthetic resin with
Xlorbenzol	Tarkib formulasi C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl bo'lgan, 132°C qaynaydigan, suyuq, benzolni to'g'ridan-to'g'ri xlorlash orqali ishlab chiqariluvchi, erituvchi sifatida qo'llanila-digan, nitrobenzol, xloranilin, nitrofenol olishda asosiy xom ashyo hisoblanuvchi modda	Compound which molecular formula is C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl, liquid, boils in 132,4°C temperature, produced with direct chlorination of benzene, used as a solvent important material in production of nitrobenzene, chloroaniline, nitrophenol
Trubasimon reaktor	Yuqori bosim ostida polietilen uchun mo'ljallangan bo'lib, truba ichidagi truba shaklidagi trubalar to'plamidan iboratdir. Ichki va tashqi trubalarning diametri va qalinligi bosimga bog'liq. Trubasimon reaktorning umumiy uzunligi 1000 m bo'ladi.	Designed for high-pressure polyethylene tube in the tube-shaped set of pipes. Depends on the thickness of the inner and the outer diameter of the pipe and pressure. Tube reactor with a total length of 1000 m.
SKLEARTECH texnologiyasi bo'yicha polietilen ishlab chiqarish bo'limlari	Birinchi bo'lim polimerni sintez qilish bo'limi bo'lib, bu bo'limda xom-ashyo tayyorlanadi, monomer siklogeksanda eritiladi va polimerlanish o'tkaziladi. So'ngra polimerni katalizatorlardan tozalab, ajratib olinadi. Ikkinchi bo'lim (retsikl bo'limi) eritmani qayta	The first synthesis of the polymer in this section of raw materials, polymers dissolved in the monomer cyclohexane. Clear catalyst for the polymer, and then separated. The second part (retsikl) solution in this section to restore the

	<p>tiklash bo‘limi bo‘lib, ushbu bo‘limda reaksiyaga kirishmagan xom-ashyo va materiallarni qayta ajratib tozalanadi, ularni toza xolda yana polimerlanish jarayoniga qaytariladi. Uchinchi bo‘limda polimerni ekstruziyalash, granulaga aylantirish, granulalarni tozalash, quritish, aralashtirish va qadoqlash amalga oshiriladi</p>	<p>reactive raw materials extraction to clean, clean them with the polymer to be returned to the process. The third section of polymers into extrusion granules, pellets cleaning, drying, blending and packaging is carried out</p>
<p>Yuqori bosimda polietilen olish</p>	<p>Etilenni yuqori bosimda (150-350 MPa) initsiatorlar ishtirokida (kislrorod, organik peroksidlar) kondensirlangan gaz fazasida 200-300°C da polimerlanadi. Olingan polietilen 916-930 kg/m<sup>3</sup> zichlikka ega bo‘ladi. Bunday polietilen yuqori bosimli polietilen (YUBPE) yoki past zichlikli polietilen (PZPE) deb ataladi</p>	<p>Ethylene high pressure (150-350 MPa) with the participation of Syntez (oxygen, organic peroxides) condensation gas phase 200-300°C by polymerization. PE 916-930 kg /m<sup>3</sup> density. Such polyethylene, high density polyethylene (HDPE) or low density polyethylene (LDPE) is called</p>
<p>Past bosimda polietilen olish</p>	<p>Etilenni past bosimda (0.2-0.5 MPa), 80°S da organik erituvchilar muhitida, metallorganik katalizatorlar ishtirokida polimerlanadi. Olingan polietilen 959-960 kg/m<sup>3</sup> zichlikka ega bo‘ladi. Xromorganik katalizatorlar ishtirokida etilenning polimerlanishi 2.2 MPa bosim, 90-105°C haroratda erituvchilarsiz gaz fazasida o‘tkaziladi. Bunday polietilen 950-966 kg/m<sup>3</sup> zichlikka ega bo‘ladi. Bu usullarda olingan polietilen past</p>	<p>Ethylene at low pressure (0.2-0.5 MPa), at 80°C organic solution environment, the presence of a catalyst organometallic polymerization. PE 959-960 kg /m<sup>3</sup> density. The presence of a catalyst hromorganik polymerization ethylene pressure of 2.2 MPa at a temperature of 90-105°C without solution gas phase going to. Such polyethylene 950-966</p>

	bosimli polietilen (PBPE) yoki yuqori zichlikli polietilen (YUZPE) deb ataladi	kg / m <sup>3</sup> density. This method polyethylene, low density polyethylene (LDPE) or high-density polyethylene (HDPE) is referred to as
O'rtacha bosimda polietilen olish	Etilenni o'rtacha bosimda (3-7 MPa), 150°C da erituvchilarda, o'zgaruvchan valentli metallarning oksidlari ishtirokida polimerlanadi. Olingan polietilen 960-970 kg/m <sup>3</sup> zichlikka ega bo'ladi. Bunday polietilen, o'rtacha bosimli polietilen (O'BPE) deb ataladi	Ethylene, the average pressure (3-7 MPa), 150°C solvents, variable valence metal oxides polymerization participation. PE 960-970 kg /m <sup>3</sup> density. This poethylene , medium density polyethylene (MDPE) is called
Rezina aralashma	tarkibida kauchuk va boshqa ingredientlardan tashkil topgan ko'p komponentli, bir jinsli sistema.	rubber compound - composed of rubber and other ingredients the current lot of component, system.
Vulkanizatsiya –	rezina aralashmani vulkanizatsion to'r hosil bo'lish hisobiga rezinaga aylanish texnologik jarayoni.	The process of linking rubber molecules together by chemical cross links. Vulcanisation is generally carried out by chemical reaction of sulphur, giving rise to mono or poly sulphide cross links.
Texnologik tizim (Technology)	Kerakli xom-ash'yo'larga ishlov berish yo'li bilan ma'lum xossa va xususiyatlarga ega bo'lgan mahsulotlarni ishlab chiqarishning uzviy bog'langan jarayonlari majmuasi.	Is the collection of techniques, <u>skills</u> , methods and processes used in the production of <u>goods</u> or <u>services</u> or in the accomplishment of objectives, such as scientific investigation.
Matochli rezina aralashma	kauchukni bir yoki ikki ingredient bilan, keyinchalik turli xossaga ega	Rubber obtained from uncultivated trees, as

	bo'lgan rezina xosil qilish uchun kerakli rezina aralashmasi.	distinguished from cultivated plantations.
Qorishma aralashmasi (Masonry mortar )	Bog'lovchi modda, mayda to'ldirg'ichning qotmagan aralashmasi.	A mixture of binder, fine aggregate .
Elastomer	yuqori elastik holatdagi polimerlar va ular asosidagi materiallar.	A macromolecular material, which at room temperature, is capable of recovering substantially in shape and size after removal of a deforming force.
Kauchuk	rezina asosini tashkil etuvchi, yuqori elastik sintetik va tabiiy bog'lovchi material.	French name for natural rubber.
Termoyog'och	Kimyoviy moddalarni ishlatmasdan yog'ochga termik ishlov berib olinadi. Bunda yog'och hujayralari 240°C temperatura va 0,1–0,2 MPa bosimda to'yingan bug' ta'siriga uchraydi. Termoyog'och maxsus germetik kameralarda olinadi.	Production received by heat treatment without use of chemicals. On this process wood cages couple with the temperature of 240 °C and pressure of 0,1-0,2 MPas is affected. Thermowood turns out on hermetic chambers.
RUF-briketlar	To'g'ri to'rtburchakli prizma shaklidagi briketlar. Bu nom briket ishlab chiqaruvchi jihoz nomidan olingan. RUF-briketlarning shakli xuddi g'ishtga o'xshaydi. Bu briketlar gidravlik presslarda yuqori bosimda (300-400 bar) presslab chiqariladi.	Briquettes in the form of rectangles. This name is received from the name of the equipment. RUF briquettes have a brick appearance. They turn out with a high pressure (300-400 bars) on hydraulic pressa.
Pellet	Yoqilg'i sifatida ishlatiladigan mayda briket. U mayda granula shaklida ishlab chiqariladi.	The small briquette used in the form of fuel. It is made in the form of small granules.
Pin-Kay -briketlari	Briketlarning 4 yoki 6 qirrali turi.	4-6-faced types of briquettes.



	<p>Ularning o'rtasida radial teshik bo'ladi. Briket mexanik shnekli presslarda yuqori bosimda (1000-1100 bar) presslanadi.</p> <p>Presslanayotganda briketlarni sirti issiqlik ta'sirida kuyadi va qorayib qoladi.</p>	<p>On their middle there are radial openings. The briquette turns out mechanical screws with a pressure of 1000-1100 bars. When pressing the surface of a briquette burns and takes a dark look.</p>
Torrefaction	<p>"Torrefaction" (fransuzcha "kuydirish") - biomassaga issiqlik bilan asta-sekin dastlabki ishlov berish va tozalash jarayonidir. Ishlov berish harorati 200-350°C oralig'ida bo'lib, bu jarayon xuddi kofedonalarini qovurishdagiga o'xshab ketadi. Kuydirilgan biomassa qattiq energiya tashuvchi bo'lib, biomassa va yog'och ko'miri o'rtasidagi tabiiy xossalari yaxshilangan mahsulot hisoblanadi.</p>	<p>Torrefaction is a mild thermal pretreatment and refinement process presently attracting extensive interest and attention. Operating temperatures are between 200 and 350°C and it quite closely resembles the process of roasting coffee beans.</p> <p>The resulting torrefied biomass is an excellent solid energy carrier and product intermediate between biomass and charcoal, exhibiting several advantages in terms of improved inherent material characteristics.</p>
Kuydirilgan biomassani yuvish	<p>Kuydirilgan yog'och gidrofob modda bo'lganligi uchun uni suv bilan kuldan tozalash g'alati tuyuladi.</p> <p>Biroq, kuydirilgan yog'ochdagi ko'pchilik suvda eruvchan moddalarning chiqarib yuborilishi – bu yaxshi g'oya. Buning oqibatida mahsulot namligini va oqova suvlarni yo'qotish muammosi ham</p>	<p>Because of the hydrophobic characteristics of the torrefied material, it is alluring to introduce some kind of washing process for potentially separating ash-forming elements from the torrefied material. There are strong</p>

	paydo bo'ladi.	reasons to believe that a significant fraction of water-soluble elements can be separated and the idea is thus exciting. Further validation for problematic biomass materials are needed, as are cost estimations in terms of increased investments; material losses to the leachate; handling of process water; and increased moisture in the product.
Massani saralash (separation of pulp)	Massani (tolalarga) ajratish Dastlabki, birlamchi saralash Nozik (qayta) saralash	Separation of pulp coarse separation fine-separation
Sellyulozani quritish (drying cellulose)	Sellyulozani aerofontan usulda quritish Sellyulozani havo bilan quritish Sellyulozani kamera usulida quritish Sellyulozani kontakt usulida quritish	Aerofountain drying of cellulose air-drying of cellulose chamber drying of cellulose contact drying of cellulose
Yog'och massa olish(obtaining woodpulp)	Yog'ochni (g'o'lani) tolali massaga aylantirish Sovuq holatda fibrillalarga ajratish Oqartirilgan yog'och massa (bo'tqa)	Woodpulp grinding cold grinding bleached woodpulp
Yog'och massa (woodpulp)	Tozalanadigan yog'och massa Termomexanik yog'och massa Oqartirilgan yog'och massa (bo'tqa) Kimyoviy termomexanik yog'och massa	Refiner woodpulp thermomechanical woodpulp bleached woodpulp chemicothermal woodpulp
Sellyuloza(ning) sifatini yaxshilash (pulprefining)	Sellyulozaga kislorod-ishqor bilan ishlov berish Qaytaruvchilar bilan oqartirish Gipoxlorit bilan oqartirish	Oxy- caustic treatment Bleaching deoxidizing agent , reducing

	Oksidlovchilar bilan oqartirish Peroksidlar bilan oqartirish	agent, deoxidizer, reducer hypochlorite bleaching bleaching by oxidation (oxidation bleaching) bleaching by peroxide (peroxide bleaching)
Abrazivli (najdakli) qog'oz (abrasive paper)	Abrazivli (najdakli) qog'oz	Abrasive paper, emery paper, finishing paper, polishing paper, sandpaper
Sanitariya uchun qog'oz (paper for the sanitary)	Sanitariya-gigiena buyumlari tayyorlana-digan qog'oz	Paper for the sanitary and hygienic means
Dekulyator (deaerator)	Massani gaz-havosizlantirish Dekulyator, havosizlantirgich	Mass deaeration deaerator
Kalandr( calender roll)	Mashina kalandri Ho'l, yarimquruq kalandr Bosma naqsh tushiruvchi	Machine calender. Wet calender embossing calender
Kanifol (colophony)	Kanifol	Colophony, common resin, resin, wood rosin, rosin

## 8. Adabiyotlar ro'yxati

### Maxsus adabiyotlar:

1. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, 2012. - 576p.
2. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 1000 p.
3. Donald G. Baird, Dimitris I. Collias. Polymer Processing: Principles and Design, 2nd Edition. Wiley. SSHA 2014. R. 542
4. John A. Tyrell. Fundamentals of Industrial Chemistry: Pharmaceuticals, Polymers, and Business 1st Edition. Publisher: Wiley. SSHA, 2014. R. 673
5. Jeremy Dry, Bryce Lawson, Phuong Le, Israel Osisanya, Deepa Patel, Anecia Shelton. Vinyl Chloride Production. Capstone Design Project. Spring 2013. Chemical Engineering -University of Oklahoma. R. 731
6. M. Toth, M. D. Liptak, D. L. Phillips, and G. C. Shields, J. Chem. Phys., 114, 4595 (2001).
7. J.Bundschuh.Technologies for converting biomass to useful energy.CRC Press, Taylor&Fransic group. USA, 2013, 217-244 pp.
8. R.D. Perlack, G.G. Stevenson, R.B. Shelton. Prospects for Coal Briquettes as a Substitute Fuel for Wood and Charcoal in U.S. Agency for International Development Assisted countries. Oak Ridge National Laboratory. 1986. R. 7
9. Monica Ek, Goran Gellerstedt, Gunnar Henriksson Pulp and Paper Chemistry and Technology. De Gruyter. Germany 2009 y. r. 411
10. J. Newell, Stephenson.The manufacture of pulp and paper: a textbook of modern pulp and paper mill practice. USA 2011. R. 238
11. Я.Сеппяля. Рол древесной биомассы в биоэнергетическом бизнесе в России и в мире. Весенний биотопливный конгресс, Санкт-Петербург, Россия. 22.03.2016 г, 41 стр.

12. Темирбаева А.Л. Термическая обработка измельченной древесины в реакторах тарелчатого типа. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. тех. наук., Kazan, 2017. 173 с.

#### **Internet resurslari:**

1. <http://fabrikadecora.ru/katalog.cgi?base=katalog&id=74>
2. <http://www.termo-drevesina.ru/istoriyatmd.html>
3. <http://www.thermowood.fi/albumi/thermowoodtechnology/>
4. <http://thermoarena.com/?gclid=CNqhxISGmMwCFYHOcgoddBkFaQ>
5. <http://lesprominform.ru/jarchive/articles/itemshow/2021>
6. <http://www.st-profi.ru/products/26/130/>
7. <http://www.brikliis.ru/>
8. <http://www.ogniv.ru/index.php?id=briket>
9. <http://www.btgworld.com/en/rtd/technologies/torrefaction>
10. <http://orbit.dtu.dk/en/publications/torrefaction-of-biomass-for-power-production%28f1dba92a-523f-4101-891d-8d2a757304cc%29.html>
11. <http://www.google.de/patents/US9057037>
12. [http://www.cleandex.ru/articles/2012/05/16/biougol\\_chernye\\_pellety\\_ili\\_torrefaktsiya\\_drevesnyh\\_othodov](http://www.cleandex.ru/articles/2012/05/16/biougol_chernye_pellety_ili_torrefaktsiya_drevesnyh_othodov)
13. <http://www.findpatent.ru/patent/255/2559491.html>
14. <http://www.wood-pellets.com/cgi-bin/cms/index.cgi?ext=content&lang=1&pid=1736>
15. [https://induforgroup.com/wp-content/uploads/2017/08/the\\_role\\_of\\_the\\_woody\\_biomass\\_in\\_bioenergy\\_business\\_ru\\_id\\_85929-min.pdf](https://induforgroup.com/wp-content/uploads/2017/08/the_role_of_the_woody_biomass_in_bioenergy_business_ru_id_85929-min.pdf)

# Mutaxassis tomonidan berilgan taqriz



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

---

## DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

Prof Enrico Bernardo  
Advanced Ceramics and  
Glasses group  
Via Marzolo, 9  
35131 Padova

tel. +39 049 8275510  
fax +39 049 8275505  
enrico.bernardo@unipd.it

Administrative Office  
via Gradenigo 6/a  
35131 Padova  
www.dii.unipd.it

tel. +39 049 8277500  
fax +39 049 8277599  
segreteria@dii.unipd.it

CF 80006480281  
P.IVA 00742430283

Padova, May 4<sup>th</sup>, 2016

### To whom it may concern

*Expert Review on the Education Module “Innovative Technology of Composite Materials”,  
prepared for the “Chemical technology” specialization on teachers retraining and educational courses*

Based on the proposed program, the Module “Innovative Technology of Composite Materials” is effectively devoted to the study of modern technologies in the production of composites. The module studies materials for matrices and fillers, with their properties and applications. Also the production technologies for polymer-matrix, ceramic-matrix and metal-matrix composites are included. Interestingly, I note that a special attention is paid to carbon-carbon composites and non-traditional composite materials such as Self-Reinforced composites, Biocomposites and Composites for Structural Design.

Based on the information from colleagues, the Module consists of a theoretical part and practical tasks, includes the case studies for self-study programs, the glossary and the list of references. I agree on the fact that the preparation of a glossary, containing reviews in both Uzbek and English languages, will enhance the assimilation of the program.

I think that the module “Innovative Technology of Composite Materials” can be used for educational purposes on teachers retraining and educational courses.

Yours sincerely,

Enrico Bernardo, PhD  
Associate Professor  
Università degli Studi di Padova  
Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Edificio Ex Fisica Tecnica  
Via Marzolo, 9  
35131 Padova, Italy  
phone +39 049 8275510  
fax +39 049 8275505  
e-mail [enrico.bernardo@unipd.it](mailto:enrico.bernardo@unipd.it)  
web <http://www.dii.unipd.it/bernardo>