

**Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті Химия және
химиялық технология факультеті
Органикалық заттар, табиғи қосылыстар мен полимерлер химиясы
және технологиясы кафедрасы**

2 - дәріс

Кіріспе. Полимерлідің химиялық реакциялары, ерекшеліктері.

**6B07101 – Химиядағы наноматериалдар және нанотехнологиялар»
білім беру бағдарламасы**

Профессор м.а. Тоқтабаева Асель Қырғызбаевна

Дәріс мақсаты:

Студенттерге полимерлерді алу әдістерінің теориялық негіздерін, полимерлеу және поликонденсация процестерінің мәнін, олардың жүру механизмдерін және әртүрлі ортада (массада, ерітіндіде, суспензияда, эмульсияда) полимерлеудің ерекшеліктерін түсіндіру. Сондай-ақ өндірістік және зертханалық жағдайларда қолданылатын негізгі әдістердің артықшылықтары мен кемшіліктерін талдау.

Дәріс жоспары:

1. Полимерлерді алу әдістері туралы жалпы түсінік.
2. Полимерлеу процесі.
3. Поликонденсация процесі.
4. Полимерлеу ортасына байланысты әдістер:
 - Массарда полимерлеу
 - Ерітіндіде полимерлеу
 - Суспензияда полимерлеу
 - Эмульсияда полимерлеу
5. Әдістердің салыстырмалы талдауы.
6. Қолдану мысалдары және технологиялық схемалар.

Қысқаша тезис

Полимерлердің химиялық реакциялары төмен молекулалық қосылыстардың реакцияларымен ұқсас, бірақ макромолекулалардың үлкен көлемі мен құрылымдық күрделілігіне байланысты өзіндік ерекшеліктерге ие.

Полимерлердің химиялық реакциялары үш топқа бөлінеді:

1. **Полимерлену дәрежесі өзгермейтін реакциялар** – полимерге ұқсас түрлендірулер мен молекулаішілік реакциялар. Мысалы: поливинилацетатты гидролиздеп поливинил спиртін алу.
2. **Полимерлену дәрежесі өсетін реакциялар** – макромолекулалардың өзара әрекеттесуі, тігілу және блок/жалғанған сополимер түзілу. Нәтижесінде қаттылығы, жылуға төзімділігі және серпімділігі жоғары торлы құрылымдар пайда болады.
3. **Полимерлену дәрежесі төмендейтін реакциялар** – деструкциялану (құрылымның үзілуі, ыдырау). Бұл кезде материалдың қасиеттері нашарлап, пайдалану мерзімі қысқарады.

Полимер реакцияларының ерекшеліктері:

- Бір макромолекула ішінде аралық өнімдерді бөліп алу мүмкін емес;
- Реакция барысында тізбек ішінде ақаулар (қанықпаған топтар, “бас–бас” байланыстар, тармақтар) түзілуі мүмкін;
- Макромолекулалардың **конфигурациясы** мен **конформациясы** реакция бағыты мен жылдамдығына айтарлықтай әсер етеді;
- Полимердің физикалық күйі, функционалдық топтардың орналасуы және супрамолекулалық құрылымының табиғаты химиялық түрлену сипатын анықтайды.

Реакцияларға әсер ететін негізгі факторлар:

- **Конфигурациялық әсер** – функционалдық топтардың кеңістікте орналасуы реакция бағытын анықтайды.
- **Конформациялық әсер** – макромолекуланың бүктелу дәрежесі реакция жылдамдығына әсер етеді.
- **Концентрациялық әсер** – полимер маңындағы реагент концентрациясының жоғарылауы реакцияны тездетеді.
- **Электростатикалық әсер** – зарядталған макромолекулалар арасындағы өзара әрекет реакция бағытына ықпал етеді.

Деструкция түрлері:

- **Физикалық** (жылулық, жарық, радиация, механикалық әсерлер);
- **Химиялық** (тотығу, гидролиз, аминализ, ацидолиз, алкоголиз);
- **Электростатикалық** (зарядталған макромолекулалар арасындағы әсер нәтижесінде).

Полимер конфигурациясының түрлері:

- **Цис- және транс-буындар, тактикалық құрылымдар** (изотактикалық, синдиотактикалық, атактикалық).
- Бұл құрылымдар полимердің кристалдануына, механикалық беріктігіне және термиялық тұрақтылығына әсер етеді.

Осылайша, полимерлердің химиялық реакциялары олардың құрылымын түрлендіруге, жаңа функционалдық топтар енгізуге және жақсартылған қасиеттері бар материалдар алуға мүмкіндік береді.

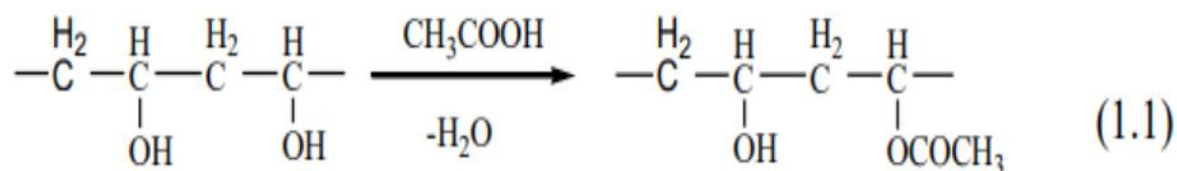
Полимердің химиялық реакциялары бөлінеді:

1. Полимерлену дәрежесі өзгермейтін реакциялар, яғни полимерге ұқсас түрлендірулер және молекулаішілік реакциялар
2. Полимерлену дәрежесі өсетін реакциялар, яғни молекулааралық реакциялар, жалғанған және блоксополимерлену
3. Полимерлену дәрежесі төмендейтін реакциялар, яғни полимерлердің деструкциялану реакциялары

Полимерлердің химиялық реакциялары классикалық төмен молекулалы химияның реакциялардан ерекшеленбейді. Дегенмен, макромолекулалардың үлкен көлеміне және олардың құрылымының күрделілігіне байланысты полимер реакцияларының ерекше қасиеттері бар. Полимерлердің реакциялары мен төмен молекулалық қосылыстардың реакцияларының арасындағы негізгі айырмашылықтар төмендегідей:

1. Полимерлер үшін төмен молекулалық қосылыстарға тән емес реакциялар мүмкін, мысалы, деполимерлену және молекулаішілік циклдену. Деполимеризация – макромолекула тізбегінен мономер бірліктерінің рет-ретімен жойылуы.
2. Төмен молекулалық қосылыстардың реакцияларынан айырмашылығы – егер төмен молекулалық қосылыстардың соңғы және аралық реакция өнімдерін бастапқы қосылыстардан бөлуге болса, полимер реакциялары жағдайында соңғы және аралық өнімдер бір макромолекуланың бөлігі болып табылады және оларды бөлуге болмайды.

Мысалы, төмен молекулалы спиртті этерификациялау кезінде жүйедегі реакцияның әрбір сатысында бөлуге болатын спирт, қышқыл, күрделі эфир және су болады. Винил спиртінің (пва) полиэтерификациясы кезінде реакцияның аралық өнімдері құрамында гидроксил және күрделі эфир топтары бар, бөлуге болмайтын сополимерлер болады (1.1 реакциясы).



Барлық осы процестердің салдары макромолекулалардың келесі сипаттағы аномальды байланыстар түріндегі химиялық ақауларының пайда болуы болып табылады:

1. қанықпаған соңғы топтар (диспропорциялану реакциясы арқылы радикалды полимерлеу кезінде тізбек үзілгенде). бұл топтар тотығуға және әртүрлі өзгерістерге түсуге қабілетті;
2. «бас басына» немесе «соңы соғына» сияқты қалыптан тыс құрылымдар (рекомбинация реакциясы арқылы радикалды полимерлеу кезінде тізбектің үзілуі);

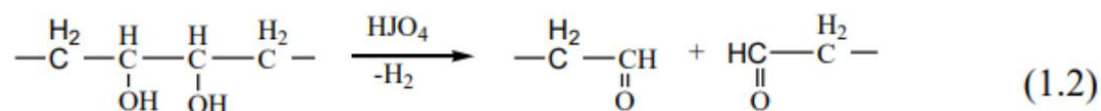
3. полимерге тізбекті беру нәтижесінде немесе сополимерлену нәтижесінде пайда болатын тармақтар және тізбектің негізгі құрамында реакцияға қабілетті үшінші ретті сутегі атомдарының болуы;
4. сутегі атомдарының немесе аллил тобындағы галогеннің реакцияға қабілеттілігін арттыратын макромолекула тізбегіндегі қанықпаған винилен топтары;
5. макромолекула тізбектерінің стереохимиялық гетерогенділігі;
6. инициатордың немесе катализатордың қалдықтары;
7. макромолекулаларының тізбегінде әртүрлі гетероатомдардың болуы (оттегі, азот, күкірт және т.б.).

Кез келген химиялық реакциялардың бағыты мен механизмі анықталады:

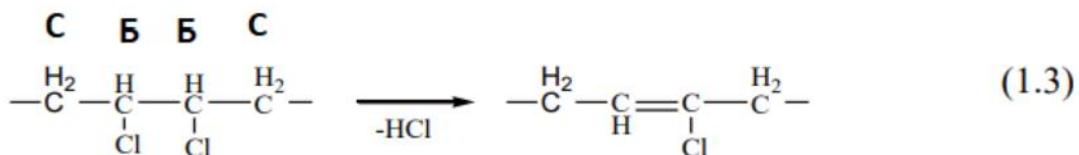
- Полимерлердің тізбегіндегі буындардың таралуы бойынша және композициялық біртекті еместігі;
- Конфигурациялық және конформациялық өзара әрекеттесулер;
- Функционалдық топтардың өзара әсері және олардың реакцияға қабілеттілігі;
- Полимердің физикалық күйі;
- Супрамолекулалық құрылымдардың табиғаты;
- Макромолекулалардың сегменттік қозғалғыштығы.

Конфигурация әсері – реакцияның басында және соңында полимердің функционалдық топтарының айналасындағы айырмашылық болып табылады. Бұл реакцияның бағыты мен толықтығына, кинетикасына және реакция механизміне әсер етеді.

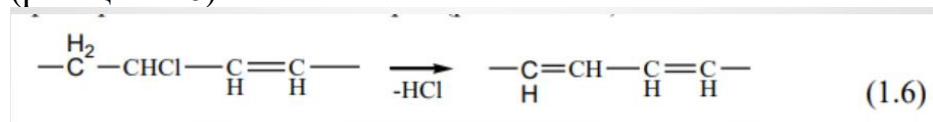
• Функционалдық топтардың тізбек ұзындығы бойынша орналасуы олардың химиялық қасиеттеріне де әсер етеді. Мысалы, қалыпты құрылымды поливинил спиртінің макромолекулалары (байланыстар бойымен қосылған кезде) оттегі мен йод қышқылының (HIO₄) әсерінен деградацияға ұшырамайды, бірақ аномальді құрылымды ПВС макромолекулалары (бас-бас түріне сәйкес буындардың қосылуы) оңай жойылады (реакция 1.2).



• Тағы бір мысал: поливинилхлоридтің (ПВХ) тізбегіндегі буындардың «басы–соңы» түріне сәйкес орналасуында макромолекулалардың гидрохлорлануы және термиялық ыдырауы баяу жүреді, ал тізбектегі буындардың «басы–басы» түріне сәйкес орналасуымен реакция жылдам жүреді (реакция 1.3).



• Тағы бір мысал — поливинилхлоридтің деструкциясы. Температура жоғарылағанда ПВХ хлорсутек (HCl) молекуласының бөлінуімен ыдырайды. Одан әрі дегидрохлорлаудың катализаторы болып табылатын қос байланыс —HC=CH— түзіледі. Ол ПВХ ыдырауын он есе тездетеді (реакция 1.6).



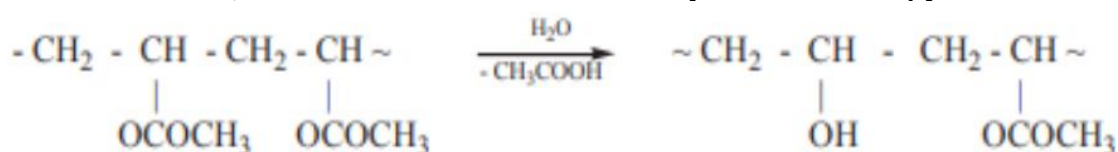
Конформациялық

әсерлер

Конформациялық әсерлердің екі түрі бар:

1. **Макромолекуланың бірнеше буындармен бөлінген функционал топтары** реакцияға түсу үшін бір-біріне жақындау керек, яғни реакция жүру үшін қажетті конформацияның болуы және оның сақталуы шарт. Осындай әсерлер реакция жылдамдығын 10^4 – 10^6 есе арттырады. Мұндай эффект ферментативті үдерістерге тән.
2. **Химиялық түрлену нәтижесінде макромолекуланың конформациясы өзгереді.** Себебі реакция кезінде макромолекуланың химиялық құрамы, ішкі және молекулааралық әсерлер, полимер тізбегіндегі буындардың ішкі айналмалы потенциалдық тосқауылдары және т.б. өзгереді. Реакцияның бас кезінде ыңғайлы болған макромолекула конформациясы өзгеріп, реакция жылдамдығын төмендетуі мүмкін. Бұған кері жағдай да кездеседі: химиялық түрлендіру кезінде тізбектің жазылуына байланысты реакция жылдамдығы артуы мүмкін.

Мысалы, поливинилацетаттың гидролизін келтіруге болады.



Концентрациялық әсерлер.

Ерітіндідегі макромолекуланың маңында реакцияға түсетін реагенттің концентрациясының өсуіне байланысты реакция жылдамдығы артады. Мысалы, күрделі эфир байланыстары бар органикалық қосылыстардың полимерлік катализатор қатысындағы гидролизін айтуға болады. Катализатор ретінде полистиролсульфоқышқылы қолданылады.

Полимерлік катализатордың әсерінен жүретін гидролиздену жылдамдығы төмен молекулалық қосылыс — толуюлсульфоқышқылының қатысуымен өтетін реакция жылдамдығынан жоғары болады.

Молекуладан ірі түзілімдердің әсері.

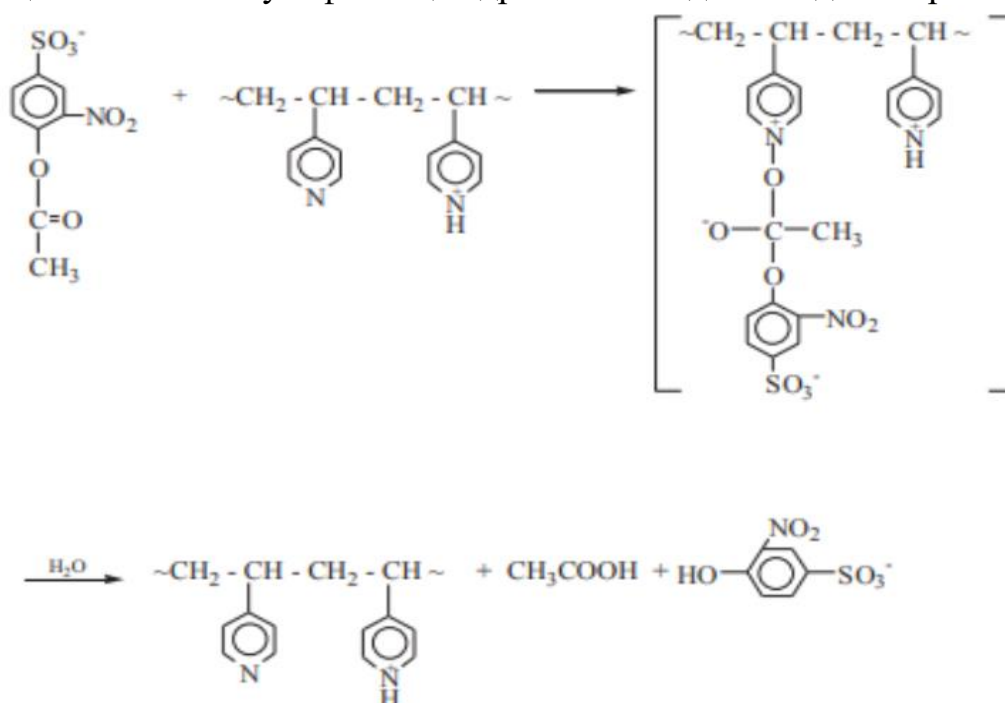
Төмен молекулалық реагент полимермен жанасқанда оның бетінде орналасқан функционал топтар ғана әрекеттеседі. Ал полимердің бетінде орналаспаған функционал топтармен әрекеттесу үшін реагент алдымен полимер қабатына диффузияланып өтуі керек. Диффузиялану ұзақтығы тек реакция жағдайларымен ғана емес, сонымен қатар полимердің және реагенттің химиялық құрылымымен, макромолекулалардың тығыздалу дәрежесімен анықталады. Макромолекуланың аморфты аймағының тығыздалу дәрежесі кристалл аймағына қарағанда төмен болғандықтан, төмен молекулалық реагенттердің макромолекуланың аморфты бөлігіне жақындау уақыты азаяды, ал реакцияның жүру толықтығы артады.

Электростатикалық

әсерлер.

Зарядталған макромолекула төмен молекулалық реагентпен әрекеттескен кездегі реакция жылдамдығының өзгеруі электростатикалық әсерге байланысты.

Мысалы, катализатор ретінде поли-4-винилпиридин қолданылған 3-нитро-4-ацетоксибензолсульфаттың гидролизі кезінде осындай әсер байқалады.

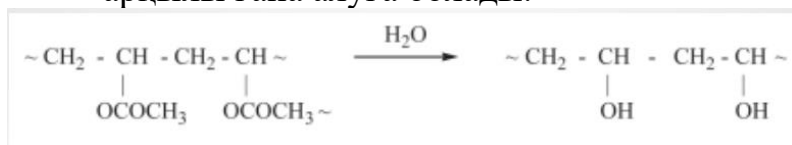


Полимерлену дәрежесі өзгермейтін реакциялар

1. Полимер алу.

Мұндай реакция мономерлері белгісіз немесе полимерлену реакциясына түспейтін мономерлердің полимерлерін алу үшін қолданылады.

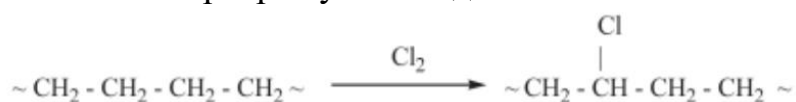
Мысалы, поливинил спиртін тек поливинилацетатты гидролиздеу арқылы ғана алуға болады.



2. Жаңа химиялық қасиеттері бар полимерлер алу.

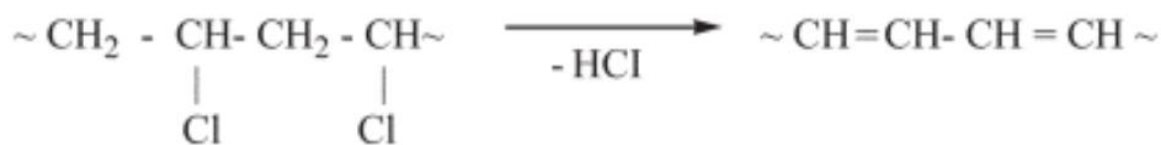
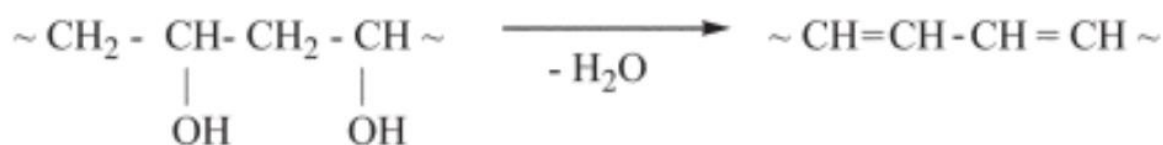
Бұл реакцияларды басқаша полимерлерді химиялық түрлендіру деп те атайды.

Химиялық түрлендіру нәтижесінде алуантүрлі қасиеттері бар жаңа полимерлер алуға болады.



Молекулаішілік реакциялар

- Макромолекулада қанықпаған байланыстар туғызатын реакциялар
- Молекулаішілік циклдену



Полимерлену дәрежесі өсетін реакциялар

Молекулааралық реакциялар

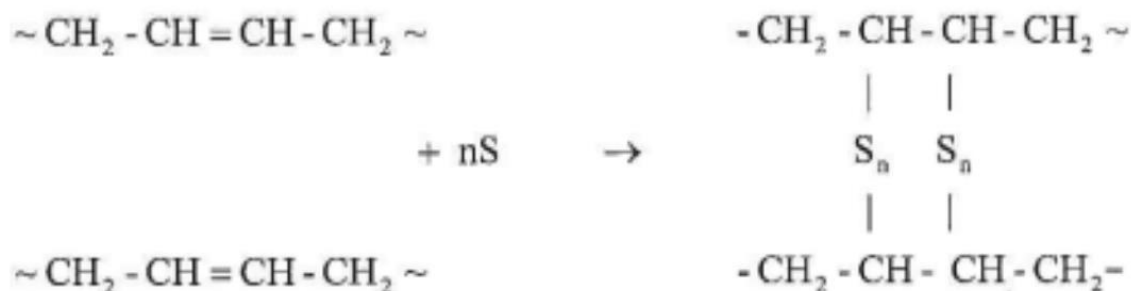
- Блок және жалғанған сополимерлер алу
- **Молекулааралық реакциялар** деп бірнеше макромолекулалардың бір-бірімен әрекеттесу реакцияларын айтады. Бұл реакцияларды **тігілу** деп те атайды. Ол тігіуші агенттердің немесе жылудың, жарықтың, радиация сәулелерінің әсерінен жүреді. Түзілген торлы полимерлер ерігіштігін және қайтымсыз пластикалық деформациясын жояды. Олардың физика-химиялық сипаттамалары өзгереді.

Тордың жиілігі артқан сайын, әсіресе полимердің қаттылығы, жұмсау температурасы және жоғары температураға төзімділігі артады.

Тігілу үдерістері өнеркәсіпте кең қолданылады, мысалы:

- каучукты вулканизациялау
- пластмассаларды қатайту
- лак-бояу сырларын кептіру
- тері ілеу

Реакция жалпы түрде сызбанұсқамен жүреді.



мұндағы $n = 1 - 8$

Блок- және жалғанған сополимерлеу

Блок және жалғанған сополимерлерді алу – полимерлерді химиялық модификациялау әдістерінің ең кең қолданылатын әдістерінің бірі. Өртүрлі мономер буындары бірінен соң бірі немесе кездейсоқ орналасқан статистикалық сополимерлермен салыстырғанда, блок және жалғанған сополимерлердің макромолекулалары химиялық байланыс арқылы қосылған құрамы және құрылымы өзге бөлшектерден тұрады.

• Егер осы бөлшектер тізбектің бойымен қосылса, **блок сополимер** деп аталады.

Блок сополимерлердің құрамын келесі түрде бейнелеуге болады:

(A)N-(B)N; (A)N-(B)M-(A)N; (A)N-(B)M; (A)N-(B)M-(C)E және т.б.

- Мұнда А, В, С – мономер буындары;
- N, M, E – блоктағы буындар саны.

Блоктың компоненттері тек гомополимерлерден емес, сонымен қатар сополимерлерден тұруы мүмкін:

- ...AAAA... ...BAVVAAWA...
- Гомополимер (A) | Сополимер А және В

Блоктар өзара тікелей байланыс арқылы және төменгі молекулалы тігіш агент X арқылы байланысуы мүмкін:

- (A)N-X-(B)M-X-(A)N

Бір мономерден және өртүрлі құрылымды блоктардан тұратын полимерлер (мысалы, изо- және синдиотактикалық конфигурациялар) **стереоблок-сополимерлер** деп аталады.

Жалғанған (немесе тігіліп қосылған) сополимерлер деп негізгі және қосалқы тізбектерден тұратын тармақталған жоғары молекулалық қосылыстарды атайды.

Полимерлену дәрежесін төмендететін реакциялар макромолекуланың негізгі тізбегінің үзілуі арқылы жүреді және оларды **деструкциялану (құрылымсыздану)** деп атайды. Макромолекуланың үзілуі полимердің құрылымына және деструкциялану факторларына сәйкес әртүрлі механизммен жүреді. Деструкцияланудың салдарынан полимерлік материалдардың қасиеттері едәуір өзгереді және одан жасалған бұйымдардың пайдалану мерзімі кемиді.

Деструкциялану түрлері:

1. Физикалық деструкциялану

Физикалық әсерлердің нәтижесінде жүреді:

- Жылу (термиялық деструкциялану)
- Жарық (фотохимиялық деструкция)
- Иондалған сәулелер (радиациялық деструкция)
- Сыртқы күш (механикалық деструкция)

2. Химиялық деструкциялану

Химиялық реагенттердің немесе ферменттердің әсерінен жүреді:

- Тотығу
- Гидролиз
- Ацидолиз
- Аминолиз
- Алкоголиз

3. Электростатикалық әсер

Макромолекулалардың функционалдық топтарының реакцияға түсу қабілеттілігіне, сондай-ақ зарядталған макромолекуламен әрекеттесетін молекулалар арасындағы байланыс әсер етеді.

- Егер әрекеттесетін екі бөлшектің зарядтары әртүрлі болса, реакция жылдамдығы жоғарылайды.
- Мысалы, полимерлі реагент **поли-4-пиколлиннің** қатысуымен **3-нитро-4-ацетоксибензол-сульфоқышқылының гидролиз реакциясын** талдап көрсетуге болады.

Полимерлердің конфигурациясы

- **Конфигурация** – молекула құрамын құрайтын атомдардың немесе атомдық топтардың кеңістікте нақты орналасуы және жылулық қозғалыстың әсерінен өзгермеуі. Бір конфигурациядан екінші конфигурацияға химиялық байланыстарды үзіп немесе қайта құрусыз өту мүмкін емес.
- **Полимерлер бірнеше конфигурация деңгейлерін түзейді:**
 1. Буындардың конфигурациясы
 2. Буындардың тізбекке қосылу конфигурациясы
 3. Үлкен блоктардың тіркелу конфигурациясы
 4. Тізбек конфигурациясы

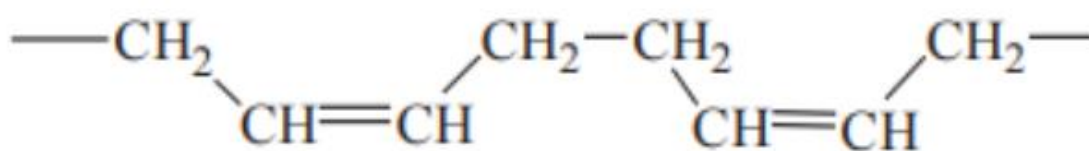
Буындардың конфигурациясы

- Бұл конфигурация негізгі тізбегінде қос байланыс бар полимерлерге (полидиендерге, полиацетилендерге) тән.
- Буындардың конфигурациясы **орынбасарлардың қос байланысқа салыстырмалы орналасуымен** анықталады.

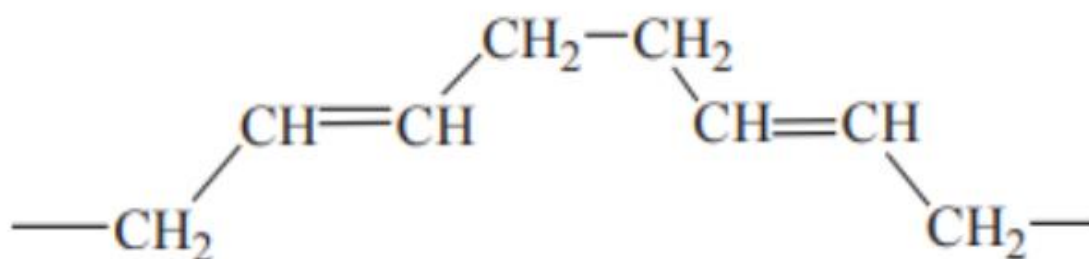
Мысалы:

- **Цис-буындар:** қос байланысқа қатысты атомдық топтар бір жағына орналасқан.
- **Транс-буындар:** қос байланысқа қатысты атомдық топтар қарама-қарсы жақта орналасқан.

Бұл орналасу полимердің **физикалық қасиеттеріне, кристалдану қабілетіне және механикалық қасиеттеріне** тікелей әсер етеді.



цис-1,4- полибутадиен



транс-1,4- полибутадиен

Орынбасарлар және стереоизомерия

- **Цис-изомер:** қос байланысқа қатысты орынбасарлар **бір жаққа**, яғни кеңістіктің бір жағына орналасады.
- **Транс-изомер:** орынбасарлар **қарама-қарсы жаққа**, кеңістіктің екі жағына орналасады.

Локальді (жергілікті) изомерия

- Бұл изомерия түрі **винил, винилиден және диен полимерлеріне** тән.
- Мысалы, винил мономерін қарастырайық:

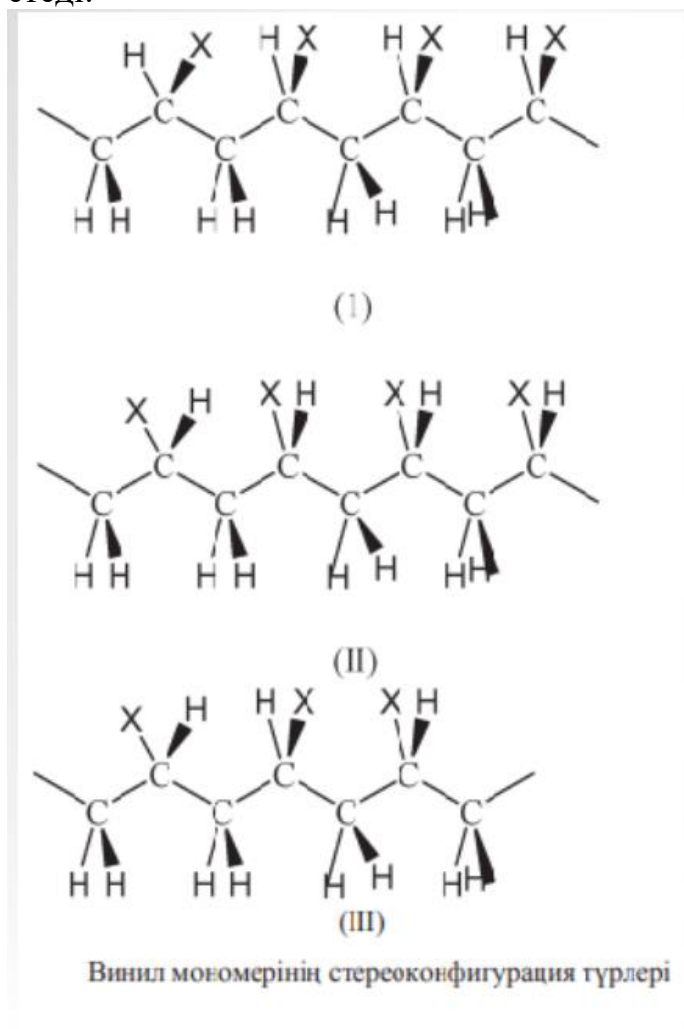


- Мономердің **С(1) (басы)** және **С(2) (соңы)** атомдарындағы орынбасарлар әртүрлі болғандықтан, **екі типті қосылу** пайда болуы мүмкін: цис және транс формалары.

Стереоизомерлер

- Стереоизомерлер синтетикалық винил полимерлеріне және кейбір **табиғи полимерлерге** (белоктар, полисахаридтер, нуклеин қышқылдары) тән.
- **Себебі:** Х орынбасары бар көміртегі атомының тетраэдрлік конфигурациясының әртүрлі болуы.
- **(CH₂–CHX)_n** буынында:
 - Орынбасар **жалпақ сызықпен** өрнектелсе → **оқырманға бағытталған.**
 - Орынбасар **жіңішке сызықпен** өрнектелсе → **оқырманнан кері бағытталған.**

Бұл стереоизомерлердің құрылымы полимердің **физикалық қасиеттеріне, кристалдану қабілетіне және механикалық қасиеттеріне** тікелей әсер етеді.

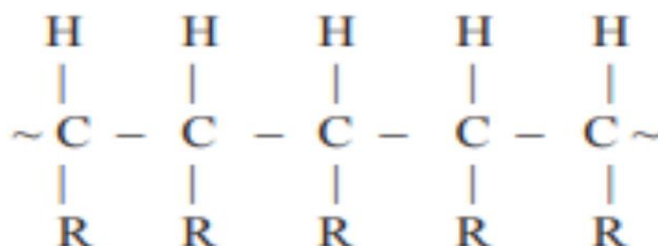


1. Тактикалық құрылымдар

Изотактикалық полимерлер

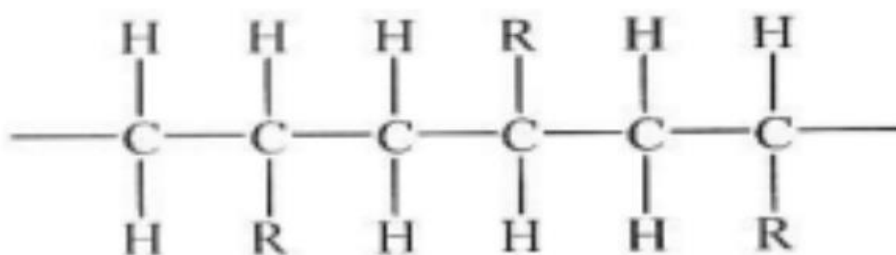
- Негізгі тізбекке кіретін әрбір қарапайым буында кем дегенде бір асимметриялы атом болуы тиіс.

- Ұзын молекулалық тізбек бойында **қайталанатын асимметриялы атомдар бірдей кеңістіктік конфигурацияда** орналасады (барлығы D немесе L).
- Жазық иірек конформациясында:
 - Бір типті орынбасарлар (R) – негізгі тізбек жазықтығының бір жағында,
 - Екінші типті орынбасарлар (H) – екінші жағында.



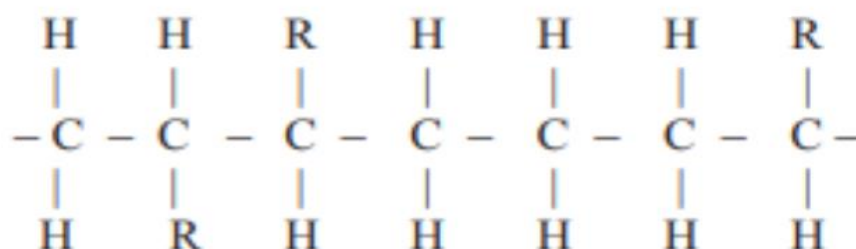
Синдиотактикалық полимерлер

- Әрбір қарапайым буында кем дегенде бір стереоизомерлік орталығы немесе псевдоасимметриялы атом болуы тиіс.
- Псевдоасимметриялы атомдар **жүйелі конфигурацияда** орналасады.
- Жазық иірек конформациясында: бір типті орынбасарлар (R) **негізгі тізбек жазықтығының әр жағына кезек-кезек** орналасады.



Атактикалық полимерлер

- Полимер тізбегіндегі орынбасарлардың орналасуында ешқандай заңдылық жоқ.



2. Полимер тізбегінің иілігі

- Полимер молекуласы **қайталанатын буындардан** тұрады.
- Бұл құрылым **төмен молекулалы қосылыстарда кездеспейтін қасиет – иілістік қасиет** береді.
- **Иілістік қасиет** – әртүрлі буындардың химиялық байланыстар бойымен айналу қозғалысы, ол үшін өте аз энергия жұмсалады.

- Еркін орналасқан тізбек буындары кеңістікте көрші буындардың орналасуына тәуелсіз орын ала алады.

Конформация

- Изомерлердің кеңістікте химиялық байланысты үзбей бір-біріне ауысуы.

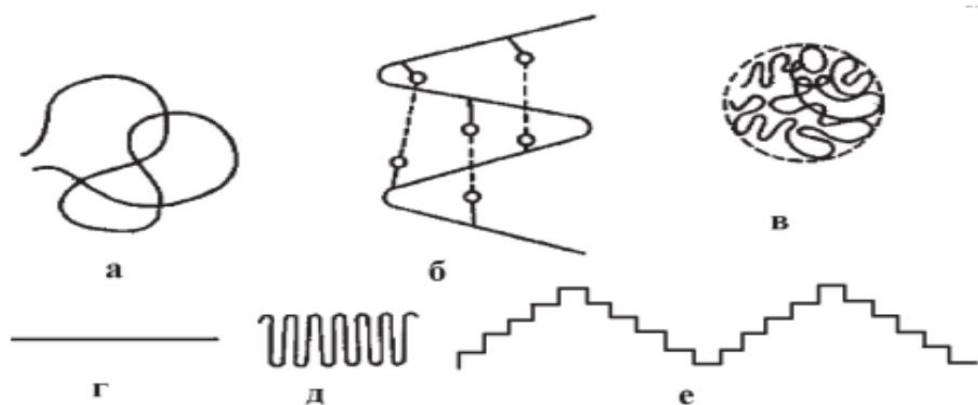
Конформациялық алмасу

- Жылу қозғалысы немесе сыртқы күш әсерінен **молекула формасының өзгеруі**, химиялық байланыс үзіліссіз жүреді.
- Егер тізбектің басы мен соңы арасындағы шаманы LL деп белгілесек, онда **L әртүрлі конфигурацияға бірдей сәйкес келуі мүмкін**.
- Бірдей L-ге сәйкес келетін конфигурация саны $W(L)W(L)$ статистикалық физика заңына байланысты **Гаусс теңдеуімен** есептеледі.

Идеалды полимер молекуласы мен идеалды газдың қасиеттерін салыстырсақ, идеалды газдың серпімділігі мен полимер молекуласының эластикалық қасиеттері ұқсас. Осы қасиеттердің пайда болу себептері энтропияның өзгеруімен белгіленеді. Еркін орналасқан тізбек ең иілгіш тізбек болады. Реалды тізбекті полимер молекулаларында валентті бұрыштарының белгілі бір шамасы болады.

Сыртқы күштердің және жылулық қозғалыстардың жиілігінің бір-біріне қатынасына байланысты конформация әртүрлі болуы мүмкін:

1. Статистикалық шумақ, яғни әртүрлі дәрежеде бүктелген конформация, сызықты полимерге тән.
2. Спиральды конформация, белоктарға және нуклеин қышқылдарына тән.
3. Глобулалық конформация – қатты бүктеліп, пішіні тығыз шарға айналған конформация. Мұндай конформация молекулаішілік әрекеттестігі күшті макромолекулаларда болады, мысалы, фтор атомдары бар полимерлер (политетрафторэтилен).
4. Таяқша конформация.
5. Қатпарлы конформация, кристалды полимерлерге тән.
6. Бүгілмелі конформация, мысалы, поли-р-бензамидке тән.



Макромолекула конформациялары: а – статистикалық шумак; б – спираль; в – глобула; г – таяқша; д – қатпарлы; е- бүгілмелі

Қорытынды

Полимерлерді алу әдістері олардың құрылысы мен қасиеттерін басқаруда маңызды рөл атқарады. Полимерлеу және поликонденсация процестері арқылы жоғары молекулалық қосылыстардың кең ауқымы алынады.

Осылайша, полимерлерді алу әдісін дұрыс таңдау - қажетті қасиеттері бар материалдарды синтездеудің негізгі шарты болып табылады. Әрбір әдістің ерекшеліктерін ескере отырып, заманауи технологиялар арқылы инженерлік, медициналық және ауыл шаруашылығы салаларында кеңінен қолданылатын жаңа буын полимерлік материалдар алуға болады.

Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Полимерлердің химиялық реакциялары төмен молекулалық қосылыстардың реакцияларынан қандай айырмашылықтарға ие?
2. Полимерлену дәрежесіне байланысты реакциялар қалай жіктеледі?
3. Деструкция реакцияларының негізгі түрлерін атаңыз және олардың жүру себептерін түсіндіріңіз.
4. Полимер реакциялары кезінде қандай химиялық ақаулар пайда болуы мүмкін?
5. Конфигурациялық және конформациялық әсерлердің реакция жылдамдығына ықпалы қандай?
6. Концентрациялық және электростатикалық әсерлер реакция механизмінде қандай рөл атқарады?
7. Блок және жалғанған сополимерлер қалай түзіледі және олардың артықшылығы неде?
8. Макромолекуланың стереоизомериясы (цис-, транс-, изо-, синдио-, атакто-) полимер қасиеттеріне қалай әсер етеді?
9. Полимер деструкциясының алдын алу үшін қандай шаралар қолданылады?

10. Полимер реакцияларының нәтижесінде қандай жаңа материал түрлерін алуға болады?

Әдебиет:

1. Тоқтабаева А.Қ. Полимерлік композиттік материалдарды алу және зерттеу әдістері. Алматы, 2009. – 153 б.
2. Ирмухаметова Г.С. Основы технологии полимерных композиционных материалов: Учеб. пособие для вузов; КазНУ им. Аль-Фараби. – Алматы: Қазақ ун-ті, 2016. – 175 с.
3. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология. Под ред. Берлина А.А. – СПб., Изд-во «Профессия», 2008. – 560 с.
4. Принципы создания композиционных полимерных материалов / А.А. Берлин, С.А. Вольфсон, В.Г. Ошмян, Н.С. Ениколопов. — М.: Химия, 1990. — 240 с.
5. Сайфуллин Р.С. Физико-химия неорганических полимерных и композиционных материалов / Ренат Саляхович Сайфуллин. — М.: Химия, 1990. – 239 с.
6. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие / М.Л. Кербер и др.; под общ. ред. А.А. Берлина. — СПб.: Профессия, 2009. – 556, [4] с.
7. Батаев А.А. Композиционные материалы. Строение, получение, применение: учеб. пособие / А.А. Батаев, В.А. Батаев. — М.: Логос, 2006. – 397, [3] с. – (Новая унив. б-ка).