№1 ЛЕКЦИЯ

Пироқұрамдардың жануы және жану механизмі

Құрамы, жану сатылары, кинетикасы және энергетикалық сипаттамалары

Пироқұрамдардың құрамы және мақсаты

Пироқұрам

Жарық, дыбыс, түтін, сигнал немесе қозғалтқыш әсерін алу үшін жасалған, тұтануға қабілетті химиялық қоспа.

Құрам компоненттерінің арақатынасы жану жылдамдығын, температурасын және өнімнің функционалдық әсерін анықтайды.

Отын

Металдар немесе органикалық заттар.
Мысалдар: Al, Mg, Ti, Zr, B.

Тотықтырғыш

Нитраттар, хлораттар және перхлораттар реакцияға оттек береді.

Қосымша заттар

Түс беруші, байланыстырғыш және жануды реттеуші компоненттер.

Пиротехникалық құрамдардың жіктелуі



Мақсаты бойынша

- Жарық беретін және жарықтандырғыш құрамдар
- Трассалаушы және сигналдық құрамдар
- Түтіндік және тұтандырғыш құрамдар

Қолданылуы бойынша

- Азаматтық, өнеркәсіптік және зерттеу мақсаттары
- Арнайы техникалық және қорғаныс жүйелері

Жану механизмінің кезеңдері

Қатты пироқұрамның жануын сипаттайтын жалпы сұлба

Қызу → **Химиялық реакция** → **Өнімдердің түзілуі**

Қабат қызады. Кейбір компоненттер балқуы немесе термиялық ыдырауы мүмкін.

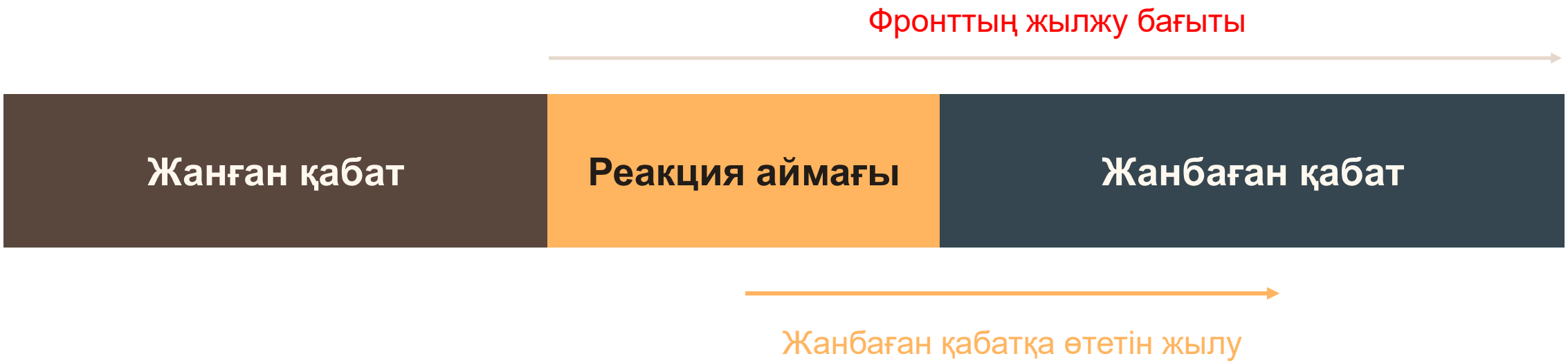
Қызған аймақта тотығу-тотықсыздану реакциялары қарқындап, жылу бөлінеді.

Газдар, қатты бөлшектер немесе сұйық тамшылар түзілуі мүмкін.

Құрамға қарай реакциялар конденсацияланған фазада, газ фазасында немесе олардың шекарасында жүруі мүмкін.

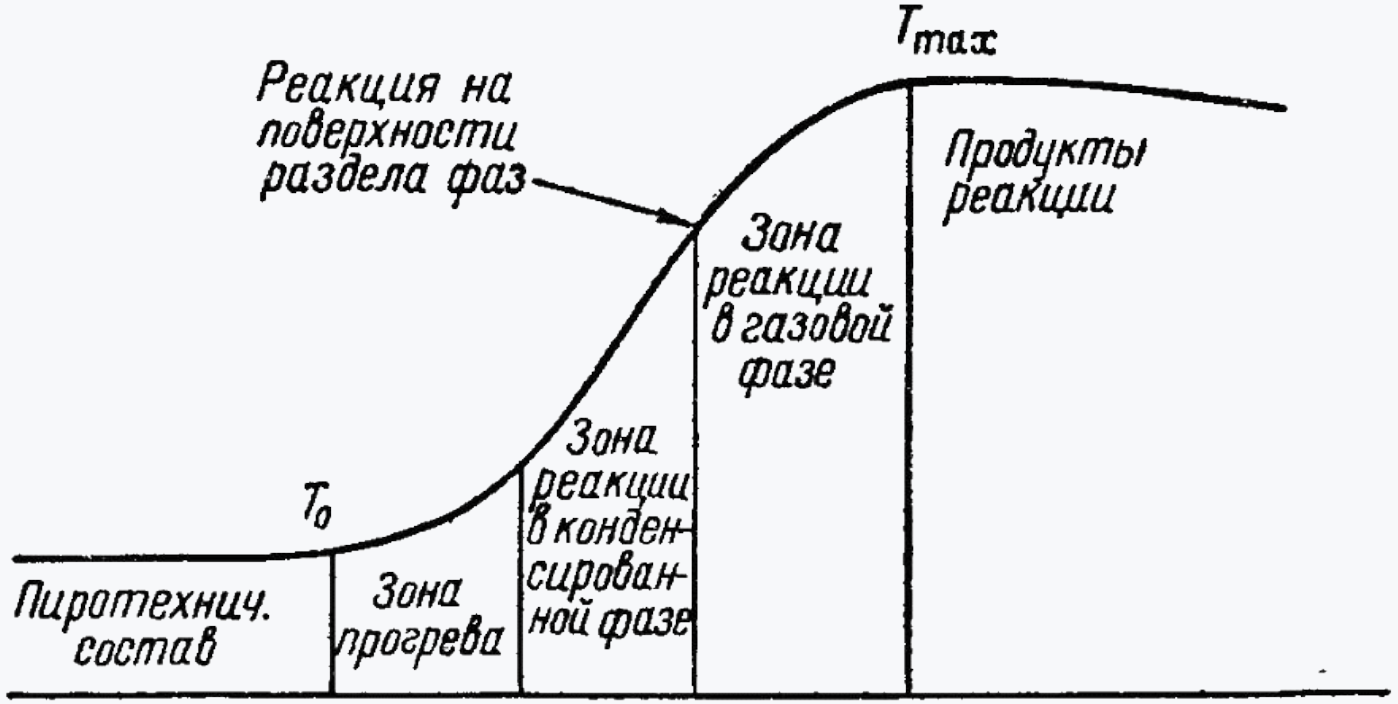
Жану фронтының таралуы

Реакциядан бөлінген жылудың бір бөлігі жанбаған қабатты қыздырады. Сол қабатта реакция басталғанда, жану фронты ілгері жылжиды.



Қатты қабатта жылу жылуөткізгіштік арқылы таралады. Конвекция мен сәулелену де жылу алмасуға қатыса алады.

Жану процесінің негізгі сатылары



1 Қыздыру

Қатты қоспа тұтану температурасына дейін қызады.

2 Ыдырау

Компоненттер ыдырап, ұшқыш өнімдер мен реактивті бөлшектер түзеді.

3 Газ фазасы

O, OH және NO_2 тәрізді радикалдар тізбекті реакцияларды жалғастырады.

4 Өнімдер

Жану өнімдері таралып, жылу келесі қабатқа беріледі.

Жылудың кері берілуі жану фронтының тұрақты қозғалысын қамтамасыз етеді.

Жану кинетикасы және реакция механизмі

1. **Байланыстардың үзілуі**
   Қыздыру отын мен тотықтырғыштың химиялық байланыстарын әлсіретеді.

2. **Радикалдардың түзілуі**
   Газ фазасында белсенді O, OH және NO_2 бөлшектері пайда болады.

3. **Тізбекті реакциялар**
   Радикалдар жаңа белсенді орталықтар түзіп, реакцияны жылдамдатады.

4. **Фронттың таралуы**
   Жылу және масса алмасу көрші қабаттардың тұтануын қамтамасыз етеді.

Белсендіру энергиясы: шамамен 60–180 кДж/моль

Жану жылдамдығына әсер ететін факторлар

Фактор	Диапазон	Бақыланған әсер
Түйіршік өлшемі	5–10 мкм	Беткі ауданның өсуі жануды 30–40% жылдамдатады
Тығыздық	1,5-тен 2,0 г/см³-ке	Газ фазасына өтуді қиындатып, жылдамдықты 1,2–1,5 есе азайтады
Қысым	Атмосфералықтан 10 МПа-ға	Жану жылдамдығын екі есеге дейін арттыруы мүмкін
Жылу өткізгіштік	0,5–2,5 Вт/(м·К)	Фронтқа берілетін жылу мөлшерін және тұрақтылықты анықтайды

Көрсеткіштер зертханалық жағдайға және нақты құрамға тәуелді.

Энергетика, экология және технологиялық даму

6,5–7,0 кДж/г

Алюминий-перхлорат құрамының энергия бөлуі

70–80%

Жылудың реакция аймағында жұмсалатын бөлігі

45%-ға дейін

Улы қосылыстар мөлшерінің ықтимал азаюы

15–20%

Наноқаптама арқылы жарық тиімділігінің өсуі

Қазіргі бағыттар

- Улы металл тұздарын экологиялық қауіпсіз тотықтырғыштармен алмастыру
- Металл бөлшектерін наноқаптамамен өңдеу және жануды модельдеу

Қорытынды және қауіпсіздік қағидалары

Негізгі қорытынды

- Пироқұрам жануы қатты және газ фазаларындағы реакцияларды біріктіреді.
- Түйіршік өлшемі, тығыздық, қысым және жылу алмасу жану жылдамдығын анықтайды.
- Тиімді құрам энергияны мақсатты әсерге айналдырып, зиянды өнімдерді азайтуы керек.

Қауіпсіздік

Пиротехникалық құрамдар жоғары температура, қысым және жылдам реакция қаупін тудырады. Оларды дайындау мен сынауды тек жабдықталған зертханада, бекітілген регламент және маман бақылауы бойынша жүргізеді.

Қауіпсіз әрі экологиялық таза пиротехника химиялық кинетиканы, жылу алмасуды және материал құрылымын бірлесіп басқаруға негізделеді.