

## № 5 дәріс

### Қыздыру үдерістері

Қыздыру процесі химиялық өзгерістер мен жылу және масса алмасу процестерін жеделдету үшін қолданылады. Химиялық техникада қыздырудың келесі әдістері кеңінен тараған: су буымен қыздыру, түтінді газдармен қыздыру, аралық жылу тасымалдағыштармен қыздыру, электр тоғымен қыздыру.

### Күшті бумен қыздыру

Су буы 150-170 °С температураға дейін қыздыруда қолданылатын кең тараған ыстық жылу тасымалдағышқа жатады. Қыздыру үшін қолданылатын су буының қаныққан қысымы *10 ат* аспайды. Су буын қыздыру агенті ретінде қолданудағы ерекшеліктері:

1. Қыздыру процесінде су буы конденсирленіп, көп мөлшерде жылу бөледі. 1-10 *ат* қысымда 1 кг су буы конденсирленіп, 539-481 ккал жылу бөледі.
2. Конденсирленген бу арқылы қыздырылатын қабырғаға берілетін жылудың жылу беру коэффициентінің мәні жоғары болады (5000-10000 ккал/м<sup>2</sup>·сағ·К).
3. Қыздыру біркелкі таралады. Себебі бу конденсациясы тұрақты температурада жүреді.

Күшті бумен қыздырғанда бу сұйықтықта конденсирленіп, конденсация жылуын қыздыратын сұйықтыққа береді және конденсат сұйықтықпен араласады.

Сұйықтыққа жіберілген бу конденсирленіп, сұйықтық аппараттағы қысым мәніне тең қысымдағы қаныққан бу температурасына дейін қыздырылады.

## **Тымық бумен қыздыру**

Тымық бумен қыздыру әдісінде қыздыратын сұйықтыққа жылу оларды бөліп тұратын қабырға арқылы беріледі. Бұл жағдайда бу конденсирленіп, қыздыру аппаратынан конденсат түрінде бөлініп алынады. Конденсат температурасы қыздыратын қаныққан бу температурасына тең болады.

Үздіксіз қыздыру кезінде тымық будың жұмсалыу мөлшерін жылу балансы теңдеуінен анықтайды

(1.1)

Күшті бумен қыздыруға кететін жылу мөлшері анықталады:

(1.2)

## **Түтінді газдармен қыздыру**

Түтінді газдармен 1000 °С және одан да жоғары температураға дейін қыздыруға болады. Алайда түтінді газдармен қыздыру әдісінің біршама кемшіліктері бар:

1. Қыздыратын аппарат қабырғаларына берілетін жылу беру коэффициентінің төмендігі (15-30 ккал/ м<sup>2</sup>·сағ·К).

2. Газдардың көлемдік меншікті жылу сыйымдылығының аздығы. Бұл жағдай газдардың жұмсалыу мөлшерін арттырады.

3. Жылу беру нәтижесінде газдар салқындап, қыздыру біртексіз жүреді.

4. Түтінді газдардың өте жоғары температурасы салдарынан және оны реттеудің мүмкіндігі болмауынан қыздыру өнімдерінің күйіп кету жағдайларының болуы.

5. Жылу беруде түтінді газдармен тікелей түйісудің нәтижесінде өнімдердің ластануы.

6. Жылудың біршама бөлігінің ілеспе газдармен атмосфераға кетуі салдарынан, газдар жылуын пайдалану коэффициентінің төмен болуы.

7. Ұшқыш және от алғыш заттарды түтінді газдармен қыздырудың қауіптілігі.

Түтінді газдар қатты, сұйық, газ тәріздес отындарды әр түрлі пештерде жағу нәтижесінде түзіледі. Түтінді газдар аралық жылу тасымалдағыштарды қыздыруға (қатты қызған суды, жоғары температурада қайнайтын органикалық жылу тасымалдағыштарды, бейорганикалық тұздар қоспасын), сонымен бірге түтікті пештерде тікелей түтінді газдармен қыздыруда қолданылады.

### **Аралық жылу тасымалдағыштармен қыздыру**

Жоғары температурада өтетін көптеген химиялық процестерде аппараттарды біртекті қыздыру қажет. Мұндайда түтінді газдарды қолдану жоғарыда аталған кемшіліктеріне байланысты мүмкін емес. Сонымен бірге кей жағдайда түтінді газдарды қолдану қауіпсіздік ережелеріне сай келмейді. Сондықтан аралық жылу тасымалдағыштарды қолданады. Аралық жылу тасымалдағыштар (жүйеде айналып жүретін әр түрлі сұйықтықтар немесе булар) түтінді газдардан немесе электр тоғынан жылуды қабылдап алып, оны аппарат қабырғаларына береді.

Аралық жылу тасымалдағыштар ретінде минералды майлар, өте қызған су, органикалық жылу тасымалдағыштар, балқытылған тұздар, сынап қолданылады. 300-350 °С температураға дейін қыздыруда өте қызған суды (қысымы 225 *at*) қолданады.

Маймен қыздыруды басқа қыздыру әдістерін қолдану мүмкін емес жағдайда ғана қолданады. Себебі жылу тасымалдағыш ретінде майларды қолданудың біршама кемшіліктері бар. Майлармен қыздыруда температураны реттеу қолайсыз, арнайы қолданылатын майлардың от алу температурасы 300-310 °С аспайды, сондықтан майларды қолданып қыздыруды 250 °С температураға дейін ғана жүргізеді.

Өте қызған суды қолданып қыздыру жылу тасымалдағыштың жоғары қысымында жүргізіледі. Сондықтан көптеген жағдайларда қаныққан бу қысымы төмен жоғары температурада қайнайтын термотұрақты жылу тасымалдағыштарды қолданады. Мұндай жылу тасымалдағыш ретінде практикалық маңызы зор дифенильді қоспа деп аталатын дифенил эфирінің эвтектикалық қоспасы қолданылады. Оның балқу температурасы 12,3 °С, ал қайнау температурасы 258 °С. Дифенильді қоспа 400 °С және одан да жоғары температурада айрылады. Осы қоспа буын 260÷380 °С температураға дейін қыздыруда қолданады. Будың абсолютті қысымы 8÷10 *at* дейін жетеді. 300÷350 °С температурада дифенильді қоспаның булану жылуы суға қарағанда 4-5 есе кіші болады.

Дифенильдi қоспа буының конденсирленуi нәтижесiнде бөлiнетiн жылу беру коэффициентiнiң орташа мәнi  $1500 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{сағ} \cdot \text{К}$  құрайды. Бұл қоспа буымен температураларының айырымы азғантай, бiршама үлкен беттердi бiркелкi қыздыруға болады.

### **Электр тоғымен қыздыру**

Электр тоғымен қыздыру электр пештерiнде жүргiзiледi. Электр энергиясын жылу энергиясына айналдыру әдiсiне қарай электр пештерi доғалық, индукциялық және кедергi пештерi болып жiктеледi. Сонымен бiрге жоғары жиiлiктi ток күшiмен қыздыруды қолданады. Электр кедергi пештерiн қолданып,  $1000\text{-}1100 \text{ }^\circ\text{C}$  температураға дейiн қыздыруға болады. Қыздыру элементi ретiнде нихром (никель, хром, темiр құймасы) сымын қолданады. Металл сым арқылы электр тоғын жiбергенде электр энергиясы жылу энергиясына айналады. Бұл жағдайда бөлiнетiн жылу мөлшерi тең:

(1.1)

мұндағы  $860 - 1 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$  электр қуатына эквиваленттi ккал есептегендегi жылу мөлшерi.

Қажеттi қыздыру қуатын анықтайды:

(1.2)

Доғалы пештердi қолданып  $2000 \text{ }^\circ\text{C}$  және одан да жоғары температураға дейiн қыздыруға болады.